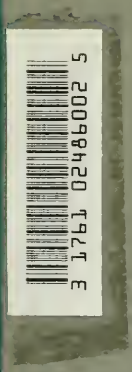
6.1
D 37



Delesse, Achille Ernest
Oscar Joseph
Recherches sur les
roches globuleuses

Coleman Library
Department of Geology
University of Toronto

QE
461
D45

UNIVERSITY OF TORONTO
LIBRARY

purchased for the
Geology Collection

from the
VARSITY PALAEONTOLOGY
FUND

Coleman Library
Department of Geology
University of Toronto

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of Ottawa

http://www.archive.org/details/recherchessurles00dele

V.

RECHERCHES

SUR LES

ROCHES GLOBULEUSES,

PAR M. DELESSE,

Ingénieur des mines, Professeur honoraire de Géologie à la Faculté de Besançon.

On désigne sous le nom de *roches globuleuses* celles dans lesquelles certains minéraux se sont réunis en globules; ces globules peuvent être formés de minéraux variés; le plus généralement cependant ils sont presque entièrement feldspathiques, comme cela a lieu, par exemple, pour la diorite orbiculaire de Corse ou pour la variolite de la Durance (1).

Les *roches globuleuses* ont déjà été étudiées dans différentes publications (2); mais ce Mémoire aura spécialement pour objet les *roches globuleuses qui sont riches en silice, et qui ont des globules feldspathiques;* les globules de ces dernières roches présentent, en effet, la plus grande analogie soit dans leur structure, soit dans leur composition, soit dans leur gisement, et par conséquent il importe de les décrire simultanément; nous verrons d'ailleurs que leur étude conduit à des résultats tout à fait inattendus, et qu'elle jette un jour nouveau sur la formation des globules, ainsi que sur la formation des roches qui les contiennent.

Les granites, qui sont toujours assez riches en silice, sont quelquefois globuleux; on cite comme exemple le *Rappakiwi* de Finlande, qui contient des globules concentriques dans lesquels l'orthose est entouré par de l'oligoclase (3).

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXIV; *Annales des mines*, 4e série, t. XVII, p. 116.

(2) Voyez notamment de Buch, *Recueil de planches de pétrifications remarquables*, in-folio. — K.-C. von Leonhard, *Charakteristik der Felsarten*, p. 52. — Al. Brongniart, *Essai sur les Orbicules siliceux*, *Ann. des sc. natur.*, 1re série, t. XXIII, p. 166. — Naumann, *Lehrbuch der Geognosie.* — Roth, *Die Kugelform im Mineralreiche und deren einfluss auf die Absonderungsgestalten der Gesteine.*

(3) *Verhandlungen der Russisch-Kaiserlischen mineralogischen Gesellschaft*, 1850-1851. — Von Kutorga : *Geognostische Beobachtungen in Südlichen Finland.*

Quoique les roches, telles que le *Rappakiwi*, soient riches en silice, leur structure cristalline est granitique, et par conséquent très développée; il en résulte que les minéraux qui tendaient à se former se sont séparés d'une manière presque aussi nette que dans le granite ordinaire, et que ces globules ne présentent rien de particulier. Je ne mentionne donc les *roches globuleuses à structure granitique* que pour mémoire, et je vais m'occuper maintenant des *roches globuleuses riches en silice*, qui sont à *structure porphyrique* ou à *structure compacte :* on peut citer, parmi ces roches, l'*eurite*, la *pyroméride*, le *trachyte*, le *rétinite*, la *perlite*, l'*obsidienne* et une très grande variété de *porphyres*.

Pour fixer les idées, je décrirai spécialement celles de ces *roches globuleuses* qui peuvent être considérées comme types; notamment : les pyromérides de Corse et des Vosges, les porphyres de l'Esterel, du pays de Bade et du Thuringerwald, les trachytes d'Islande, les rétinites de Saxe, les perlites et les obsidiennes de Hongrie. Toutes ces roches sont représentées par des séries très nombreuses dans les principales collections de Paris, et surtout dans la collection du Jardin des Plantes, qui a été mise à ma disposition, avec une grande bienveillance, par MM. Cordier et Ch. d'Orbigny.

Globules.

Je commence par faire connaître les principales *propriétés physiques* et *chimiques* des *globules* qui caractérisent les roches globuleuses; puis j'étudierai avec détail leur *structure* et leur *gisement*.

Couleur. — La *couleur* des globules est extrêmement variable; elle peut être noire, violette, verte, brune, jaunâtre, rougeâtre, grise ou blanche; souvent elle est peu différente de celle de la pâte.

Dureté. — Lorsque ces globules ne sont pas décomposés, ils ont dans la pyroméride une *dureté* supérieure à celle du feldspath; cela résulte vraisemblablement de ce que la pâte feldspathique qui les compose a retenu une grande quantité de silice; cependant, dans les rétinites, dans les perlites et dans les obsidiennes, la dureté des globules est inférieure à celle du feldspath, bien que leur teneur en silice soit supérieure à celle de ce minéral; cela tient sans doute à ce que ces roches sont plutôt à l'état vitreux qu'à l'état cristallin, et peut-être aussi à ce qu'elles sont intimement pénétrées d'opale, comme l'admettent MM. Hausmann et Fuchs.

Pesanteur spécifique. — La *pesanteur spécifique* des globules est toujours peu élevée; on a trouvé, en effet :

Globules gris verdâtre de Wuenheim (voir leur analyse, page 303).	2,594
Globules de Hrafutinnahriggur (Islande) (1)	2,389
Globules de la perlite (2	2,3 — 2,4

(1) Forchhammer : *Journal für praktische Chemie*, t. XXX, p. 394.
(2) Dana : *Mineralogy, third edition*, p. 329.

RARY 1972 UNIVERSITY OF TORONTO

On voit donc que leur *pesanteur spécifique* est plus petite que celle du quartz, puisque cette dernière est de 2,65.

On peut remarquer que, si le développement imparfait de la structure cristalline dans les globules, tend d'un côté à rendre leur *pesanteur spécifique* inférieure à celle du feldspath, le mélange de silice tend, d'un autre côté, à rendre cette *pesanteur spécifique* supérieure à celle du feldspath.

Chalumeau. — Au *chalumeau*, les globules peuvent fondre, mais beaucoup plus difficilement que le feldspath; il est facile de s'en rendre compte en observant qu'ils contiennent plus de silice et moins d'alcalis. Dans les pyromérides il est souvent nécessaire que les globules soient en esquilles très minces, et, dans ce cas même, il peut arriver qu'ils s'arrondissent seulement sur les bords, ou qu'ils ne fondent que dans certaines parties.

Les globules de la perlite et de l'obsidienne se gonflent avant de se fondre.

Composition chimique. — La *composition chimique* des globules qui se sont formés dans quelques roches riches en silice, ainsi que la composition des roches qui ont une structure entièrement globuleuse, comme les rétinites et les perlites, est donnée par le tableau suivant :

COMPOSITION DES GLOBULES.	Globules de la Pyromérite de Wuenheim. DELESSE. (1)	Perlite de Hinik. Hongrie.) FICHTS. (2)	Globules de trachyte de Baula. (Islande) FORCHHAMMER. (3)	Rétinite de Meissen. Saxe.) KLAPROTH. (4)	Perlite de Spechthausen. (Saxe.) ERDMANN. (5)
Silice.	88,09	79,12	74,18	73,00	68,53
Alumine.	6,03	12,00	13,78	14,50	11,00
Oxyde de fer.	0,58	2,45	1,94	1,00	4,00
Oxyde de manganèse . .	»	»	1,19	0,10	2,30
Chaux.	0,28	»	0,85	1,00	8,33
Magnésie.	1,65	1,10	0,58	»	1,30
Potasse	2,53	3,58	2,63	1,75	3,40
Soude.			3,57		
Perte au feu.	0,84	1,76	2,08	8,50	0,30
	100,00	100,01	101,00	99,85	99,16

Ces globules sont caractérisés par une grande teneur en silice et par une faible teneur en alcalis; leurs teneurs en oxyde de fer, en magnésie et en chaux sont également très faibles (6).

Il est facile de comprendre que la composition minéralogique de la roche, dans

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. IX, p. 176.

(3) *Journal für praktische Chemie*, t. XXX, p. 391.

(2) (4) et (5) Rammelsberg. *Handwörterbuch*, 2e partie, p. 44 et 45.

(6) La grande teneur en chaux, trouvée par M. Erdmann dans les globules (sphérulites) de la perlite de Spechthausen, paraît être exceptionnelle, attendu que les divers rétinites analysés jusqu'ici ne contiennent que peu de chaux (Rammelsberg. *Handwörterbuch*, 2e partie, p. 44, Pechstein).

laquelle les globules se sont développés, a nécessairement exercé une grande influence sur leur composition.

Ainsi la teneur en silice des globules est généralement supérieure à celle des feldspaths qui ont cristallisé dans la roche qui les contient; elle est d'ailleurs très variable, et elle augmente avec la teneur en silice de la roche qui est toujours très grande dans la pyroméride.

Si l'on compare la teneur en silice des globules à celle de la roche enveloppante, il est facile de voir que, dans les roches vitreuses et à peu près sans quartz, comme l'obsidienne, la perlite, le rétinite, ils ont la même teneur en silice.

Dans la pyroméride et dans les roches porphyriques avec quartz, il n'en est plus de même.

Dans la pyroméride provenant d'un même gisement, la composition des globules varie d'ailleurs beaucoup avec la composition de la roche enveloppante; ainsi, lorsque cette roche est très quartzeuse, le globule est surtout feldspathique; lorsque, au contraire, cette roche est feldspathique, le globule est sinon entièrement siliceux, du moins beaucoup plus riche en silice.

On peut donc regarder, comme une règle assez générale pour la pyroméride, que la composition des globules est en quelque sorte inverse de la composition de la roche enveloppante.

Structure.

Je passe maintenant à l'étude de la *structure* des globules.

Quelquefois la *structure* des globules est très nette; c'est ce qui a lieu, par exemple, quand leurs parties feldspathiques ont des couleurs qui diffèrent de celles des parties siliceuses, comme dans la plupart des pyromérides de Corse et des Vosges, ainsi que dans les porphyres de l'Esterel et d'Oppenau. C'est ce qui a lieu également, quand les globules ont subi une altération par exposition à l'air; car leurs parties feldspathiques qui se sont kaolinisées sont blanches, et se dessinent en creux, tandis que leurs parties siliceuses qui résistent à la destruction se dessinent, au contraire, en relief.

Avec les acides, on produit plus rapidement ce qui est produit très lentement par l'altération atmosphérique, et il est surtout commode d'employer l'acide fluorhydrique. Il suffit par exemple de placer la roche sur un petit treillage en fil de platine, de manière qu'elle plonge dans une dissolution étendue d'acide sulfurique, contenue dans un vase de platine ou de plomb, au fond duquel il y a du spath-fluor. Il est préférable cependant d'opérer comme M. Leydolt, et de placer la roche dans un vase de plomb, d'y mettre de l'eau, et de renfermer ce premier vase dans un deuxième vase de plomb, au fond duquel se dégagent des vapeurs d'acide fluorhydrique (1).

(1) Depuis que les planches qui accompagnent ce Mémoire sont terminées, M. Leydolt a fait connaître un procédé nouveau et extrêmement ingénieux, à l'aide duquel il est parvenu à reproduire,

Le plus généralement, afin de pouvoir comparer facilement la roche attaquée à la roche non attaquée, j'ai opéré de la manière suivante. Je recouvrais complétement le globule ou la portion de la roche polie, dont je voulais examiner la *structure*, par de la poudre de spath-fluor; cette poudre était ensuite humectée avec de l'acide sulfurique étendu, et agitée avec une petite spatule, de manière à former une bouillie homogène et bien liquide; les parties feldspathiques étaient alors corrodées et devenaient mates ; généralement elles prenaient une couleur blanchâtre, tandis que le quartz conservait sa transparence et sa couleur grise. Les parties siliceuses résistaient beaucoup mieux à l'attaque que les parties feldspathiques, et le plus souvent même on pouvait reconnaître, par la conservation du brillant à la surface des échantillons polis, que le quartz hyalin n'avait pas été attaqué ; quant à la calcédoine et à la silice non cristallisée, elle était fortement attaquée, et elle prenait une couleur blanche laiteuse.

L'acide attaque donc inégalement un minéral, suivant que ce minéral est ou n'est pas cristallisé; on peut d'ailleurs ajouter qu'il attaque inégalement les différentes parties d'un même minéral cristallisé. Quoi qu'il en soit, l'acide fluorhydrique met bien en évidence la *structure* des globules, et il opère un décapage analogue à celui qui donne lieu au moiré métallique.

L'étude de la *structure* des globules m'a fait voir que les uns n'ont pas de cavités dans leur intérieur, tandis que les autres ont des cavités ; d'après cela, je distingue les globules en *globules normaux* qui n'ont pas de cavités, et en *globules anormaux* qui ont ou qui ont eu des cavités.

Caractères communs.

Avant de décrire ces deux variétés de globules avec détail, et avant d'examiner leurs caractères dans les différentes roches, il est bon de signaler quelques *caractères* qui leur sont *communs*.

Les globules *normaux* ou *anormaux* présentent tantôt des rayons, tantôt des zones concentriques, tantôt des lignes très irrégulières : leur structure, qui est extrêmement complexe, peut donc être *rayonnée*, *zonée* ou *irrégulière*. Chacune de ces structures s'observe souvent sur un même globule ; mais, suivant que l'une ou l'autre d'entre elles sera prédominante, nous dirons que le globule est rayonné, zoné ou irrégulier.

La surface extérieure des globules est généralement lisse, bien qu'elle puisse être mamelonnée.

Ils se détachent assez souvent de la roche qui les enveloppe, et de laquelle ils sont

avec la plus grande perfection, les détails les plus délicats de la structure des silicates (voy. *Jahrbuch der K. K. geologischen Reichs Anstalt*, Wien., t. II, p. 103). Le procédé de M. Leydolt est le suivant : L'échantillon est corrodé jusqu'à un certain degré par de l'acide fluorhydrique faible ; cet échantillon sert alors, soit à faire un tirage direct et immédiat sur une planche, soit à donner, comme matrice, un relief sur cuivre dont l'empreinte est prise par la galvanoplastie.

séparés par un interstice très petit, mais régulier ; cet interstice indique qu'il s'est opéré un léger retrait à la circonférence des globules depuis leur formation. Tantôt la cavité zonée, formée par ce retrait, est restée vide ; tantôt elle a été remplie postérieurement par du quartz ou par de l'hydroxyde de fer, comme on l'observe dans les pyromérides.

Les globules sont ordinairement sphériques : quelles que soient leurs formes et leur composition, ils peuvent être confluents.

Ils se sont développés indifféremment dans des variétés d'une même roche, présentant une structure d'agrégation compacte, porphyrique, veinée, bréchiforme.

Ils se décomposent plus difficilement que la roche qui les enveloppe, et ils restent en saillie à sa surface, lors même qu'elle est presque entièrement quartzeuse ; cette résistance des globules à la décomposition doit, sans doute, être attribuée à leur structure cristalline.

Quoique la forme et la structure des globules puissent être complexes, leur composition minéralogique est assez simple ; en effet, ils sont composés de feldspaths ou de pâte feldspathique et de silice qui se présentent sous divers états. Je désigne ici sous le nom de *pâte feldspathique* une pâte contenant de l'alumine, et une certaine proportion d'alcalis, qui peut, sinon prendre la structure cristalline, du moins se réunir en globules, qui ont quelquefois une structure réticulée ou fibreuse. Cette pâte n'a pas une composition définie ; elle est généralement beaucoup plus riche en silice que les feldspaths qui lui sont associés, et, même dans certains globules, elle n'est en quelque sorte que de la silice impure, ayant retenu une petite proportion des bases qui se trouvent dans la roche.

L'excès de silice de la *pâte feldspathique* doit être considéré comme l'excès d'un dissolvant, ainsi que cela a été admis par M. Delafosse pour divers silicates.

Globules normaux.

Je m'occupe maintenant de la *structure* des *globules normaux*.

On peut distinguer parmi ces globules ceux qui sont *sans quartz*, formés par le feldspath ou par une pâte feldspathique, et ceux qui sont *avec quartz*, formés par du feldspath ou par une pâte feldspathique, et par du quartz.

Globules normaux sans quartz.

Les *globules normaux sans quartz*, qui sont les plus simples, peuvent avoir une structure cristalline, rayonnée, zonée ou irrégulière.

Lorsque les *globules normaux sans quartz* ont une structure cristalline, ils sont formés par un cristal ou par un amas de cristaux, dont les contours sont arrondis ; les clivages de ces cristaux se prolongent quelquefois dans toute l'étendue du globule, qui est alors un cristal dont les faces sont arrondies.

On observe fréquemment ces globules dans les porphyres quartzifères ou dans les eurites.

Ainsi l'eurite d'Étival (Vosges), qui est composée d'orthose, de feldspath du sixième système, de pâte feldspathique, d'un peu de quartz et de mica, renferme des globules irréguliers, dont la forme, représentée par la figure ci-contre, est allongée et se rapproche souvent de celle des cristaux d'orthose. L'orthose blanc-grisâtre *o*, qui constitue presque entièrement le globule, est bien cristallin, clivable, transparent, à éclat vitreux ; il est entouré par une zone mince *f*, d'un feldspath compacte, non transparent, rougeâtre ou blanc laiteux, qui est très probablement, comme dans le *Rappakiwi*, un feldspath du sixième système, ou un feldspath dont la soude est l'alcali dominant.

On observe encore des eurites analogues à la précédente sur les flancs du Slieve Donard, dans le comté de Down en Irlande ; ainsi, au-dessus du parc de lord Roden, une eurite globuleuse et très quartzeuse se trouve en dykes dans le granite ; une autre variété de cette eurite, qui est plus porphyrique que la précédente, se rencontre également un peu plus loin et près de Glas Drumman. Les globules de ces eurites sont généralement feldspathiques, comme ceux de l'eurite d'Étival, mais ils peuvent aussi être formés par du quartz hyalin qui est gris et parfaitement pur.

Les globules de certaines eurites micacées des Vosges (Minettes) sont également composés de petites lamelles feldspathiques d'un brun grisâtre; ces lamelles ne présentent pas la mâcle des feldspaths du sixième système ; on doit par conséquent les regarder comme de l'orthose, et j'ai constaté d'ailleurs qu'elles en ont à peu près la composition. Elles ne sont pas orientées autour du centre du globule, mais elles sont entrecroisées dans tous les sens, comme le montre la figure ci-contre; à la circonférence du globule, il y a, de même que dans l'eurite d'Étival, une zone feldspathique rougeâtre *f*. De plus, le globule, qui est souvent parfaitement sphérique, contient de petits cristaux de mica *m*, irrégulièrement disséminés dans son intérieur.

Dans un porphyre vert foncé d'Ékathérinenbourg (Russie), on trouve aussi de petits globules blancs-verdâtres et légèrement cristallins, qui sont formés par des lamelles d'un feldspath du sixième système, qui m'a paru devoir être rapporté à l'albite.

Lorsque les *globules normaux sans quartz* ont une structure rayonnée, ils n'ont habituellement qu'un seul système de rayons généralement divergents, en sorte que ces globules sont étoilés, comme le montrent les figures 1, 2, 3 et 4, pl. I.

Bien qu'ils se soient surtout développés par la tendance du feldspath à cristalliser, il est très rare de les trouver formés de feldspath pur et cristallin ; le plus souvent ils sont formés par une pâte feldspathique.

Cependant on observe quelquefois dans la pyroméride de Corse (fig. 1, pl. I)

des globules étoilés, généralement assez petits, formés de cristaux *n* roses et clivables, qui sont de l'orthose pur, bien qu'ils se trouvent dans une pâte très siliceuse ou même entièrement quartzeuse.

Il y a aussi dans la pyroméride de Wuenheim des globules rayonnés, à aiguilles séparées et divergentes, qui sont formés par un feldspath blanchâtre ou blanc jaunâtre.

Le porphyre d'Oppenau (pays de Bade) contient de même des globules feldspathiques blancs, blancs-verdâtres ou blancs-grisâtres (fig. 3 et 4, pl. I). Ces globules se sont développés dans une calcédoine *c*, qui est très pure et qui a une très belle couleur verte (plasma). Ils sont bien distincts sur les échantillons altérés, et surtout sur ceux qui sont polis; tantôt ils ont une structure rayonnée, plus ou moins régulière, telle que celle des globules (fig. 3 et 4, pl. I); tantôt ils ont une structure zonée ou concentrique.

Dans d'autres circonstances le feldspath ne forme plus à proprement parler des globules, mais seulement des houppes microscopiques, qui peuvent être toutes orientées dans le même sens, comme le montre la figure 4, pl. II.

Lorsque ces houppes feldspathiques se réunissent suivant des lignes parallèles, elles donnent lieu à des bandes jaspées, et la calcédoine a l'apparence d'un véritable jaspe.

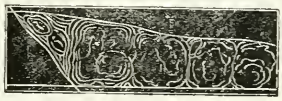
Il importe de remarquer que le feldspath ne constitue jamais qu'une très petite proportion des globules d'Oppenau; cependant, comme la calcédoine qui l'entoure est entièrement amorphe, on est certain que ces globules d'Oppenau ont été formés uniquement par le feldspath; on peut s'expliquer d'après cela comment un globule, qu'on serait tenté, d'après son analyse, de regarder comme une concrétion de silice impure, résulte uniquement de la tendance d'un feldspath à cristalliser.

Dans les obsidiennes, il y a souvent des globules homogènes blancs ou grisâtres, formés par du feldspath orthose, ou plutôt par une pâte feldspathique. Ces globules ressemblent beaucoup à ceux qui se développent dans les creusets de verrerie, lorsque le verre se refroidit lentement. Tantôt ils ont la structure rayonnée, comme le montre la figure 2, pl. I, dans laquelle les globules sont formés par un seul système de rayons divergents, en sorte qu'ils ressemblent à des étoiles. Tantôt ils ont la structure rayonnée, et aussi la structure zonée, comme on le voit sur les globules de Hongrie représentés figure 2, pl. II : à la circonférence de ces derniers globules on peut d'ailleurs remarquer une sorte de capsule *nn'*, formée par une pâte opaque non cristalline, et d'un blanc mat; elle entoure complétement le globule feldspathique, qui est blanc grisâtre, translucide, lamelleux et bien cristallin; la capsule et le globule sont séparés l'un de l'autre d'une manière très nette.

A la circonférence des globules des obsidiennes, des rétinites, et, en général, des roches vitreuses, on n'observe pas toujours une capsule séparée d'une manière aussi nette que celle *n' n'* qui est représentée figure 2, pl. II; mais, cependant,

il y a généralement à la circonférence des globules de ces roches une auréole qui est blanchâtre, ou de couleur pâle, et qui se fond dans leur pâte.

Les perlites et les rétinites, même ceux qui, au premier abord, paraissent être le plus compactes, sont entièrement formés de globules; ces globules ont une structure qui diffère notablement de celle des globules dont nous nous sommes occupés jusqu'à présent. Ils sont, en effet, mal déterminés, confus, testacés et entrelacés l'un dans l'autre; ils sont souvent allongés, aplatis, et même anguleux. Leur forme s'éloigne quelquefois beaucoup de la forme sphérique. Ils n'ont pas la structure rayonnée, et leur structure zonée est très irrégulière; ils sont d'ailleurs plutôt vitreux que cristallins. Pour faire apparaître ces globules, qui ne sont pas toujours immédiatement visibles, il suffit d'exposer la roche à l'action de l'acide fluorhydrique; les globules de la figure 5, pl. I, et du croquis ci-contre, ont été obtenus de cette manière avec un échantillon poli de rétinite brun foncé de Meissen, qui paraissait entièrement compacte. Toutes les lignes droites ou courbes dessinées en blanc sur ces figures avaient, avant l'attaque, une couleur un peu plus pâle que le reste de la roche; elles ont pris, après l'attaque, une couleur blanchâtre, et elles ont été fortement corrodées, en sorte qu'elles se dessinent en creux.



On peut remarquer que les contours des globules dans ces figures sont souvent tangents à des lignes droites qui traversent l'échantillon dans tous les sens : ces lignes indiquent un fendillement qui s'est opéré dans la roche, par conséquent la formation des globules est postérieure à ce fendillement. Je reviendrai plus loin sur cette particularité qui est très importante à signaler.

La structure fendillée et la structure globuleuse entrelacée, représentées par la figure 5, pl. I, et par le croquis ci-dessus, sont caractéristiques pour les rétinites et pour les perlites; cependant ces structures se retrouvent aussi dans d'autres *roches globuleuses :* ainsi elles se retrouvent dans quelques obsidiennes, dans certaines variétés de la pyroméride de Corse, dans l'échantillon de Wuenheim, représenté figure 9, pl. I, dans un porphyre globuleux de Sibérie, qui est représenté figure 4, pl. IV.

— Dans les pyromérides de Corse et de Wuenheim, il y a des globules isolés qui paraissent homogènes; ils sont noirâtres, verts ou gris, à structure quelquefois légèrement rayonnée ou zonée, mais le plus ordinairement compacte; ils sont formés par une pâte feldspathique *n*, dans laquelle se fondent certaines parties, visiblement plus riches en silice, ou contenant même un peu de *quartz q*, qui se trouvent soit à la circonférence, soit au centre (fig. 1, pl. II): ces globules sont extraordinairement riches en silice, comme le montre l'analyse, page 303.

Globules normaux avec quartz.

Dans les divers globules que je viens de décrire en dernier lieu, le quartz commence déjà à se montrer; les *globules sans quartz* se lient, en effet, par des passages insensibles aux *globules avec quartz* que je vais décrire maintenant.

On comprend d'ailleurs que les *globules normaux avec quartz* ne diffèrent des *globules normaux sans quartz* qu'en ce que le *quartz* a été emprisonné dans leur intérieur, par suite de la solidification d'une croûte cristalline à leur circonférence. Je commence par décrire les *globules normaux avec quartz* qui s'observent dans les pyromérides, car ils sont le mieux caractérisés (pl. I et II).

Ces globules ont à la fois la structure rayonnée et la structure zonée. Dans les uns, c'est la première structure qui domine; dans les autres, c'est la deuxième; le plus souvent, les deux structures sont réunies dans le même globule. Leurs rayons ne sont plus formés de fibres microscopiques, mais d'aiguilles plus ou moins impures de feldspath *n*, dont les dimensions varient avec celles des globules, et qui sont séparées par du *quartz q*; à la circonférence des globules et à leur centre, il peut d'ailleurs y avoir des zones de feldspath qui alternent avec de petites zones de *quartz*.

Les globules de la pyroméride de Corse atteignent quelquefois de grandes dimensions, et il est facile d'étudier leur structure en examinant les sections qui passent par le centre du globule (1).

Une forme très habituelle aux globules de la pyroméride de Corse est celle représentée par la figure 7, pl. I, qui comprend toutes les autres formes, auxquelles je vais la comparer en la décrivant elle-même avec quelque détail.

Feldspath. — Si l'on étudie d'abord la structure des parties feldspathiques, on voit qu'à la circonférence de ce globule, il y a plusieurs zones formées par une pâte feldspathique de différentes nuances *n*.

Des aiguilles feldspathiques sont implantées par leur base sur ces zones de la circonférence, et elles convergent vers le centre du globule.

D'autres aiguilles feldspathiques, qui sont quelquefois implantées sur un noyau central, divergent, au contraire, du centre du globule : elles vont s'engager dans les interstices laissés par les premières aiguilles.

Ces deux systèmes d'aiguilles, dont les unes sont *convergentes* et les autres *divergentes*, sont assez souvent distincts dans les globules de Corse; on peut les comparer à deux roues d'un engrenage intérieur et concentrique.

Généralement les deux systèmes d'aiguilles sont très inégalement développés; souvent les aiguilles *convergentes* sont rudimentaires, quelquefois même elles disparaissent complétement.

Quand les aiguilles *divergentes* subsistent seules, le globule n'est pas terminé par une zone à sa circonférence; il est étoilé, et ses contours sont dentelés.

(1) Monteiro, *Journal des Mines*, t. XXXV, p. 407-347.

Il peut arriver que les aiguilles *divergentes* se soudent par leurs extrémités aux aiguilles *convergentes;* lorsque les aiguilles sont en même temps irrégulières, la limite entre les deux systèmes d'aiguilles est alors un peu confuse : c'est ce qu'on peut observer, par exemple, dans le globule figure 7, pl. I.

Si l'on étudie les aiguilles feldspathiques elles-mêmes, on voit qu'elles ne sont pas limitées par des faces planes et qu'elles n'ont pas la forme de pyramides ; elles sont, au contraire, limitées par des surfaces courbes, et elles ont la forme de cônes ou de fuseaux, qui peuvent d'ailleurs être très irréguliers. En effet, la section de ces aiguilles par des plans perpendiculaires à leur axe donne des courbes ressemblant à celles représentées figure 11, pl. II.

Quelquefois même ces courbes ont des contours frangés et un peu confus, comme on le voit sur la figure 6, pl. II.

Souvent les aiguilles se transforment en globules isolés, comme dans la figure 11, pl. II; lorsque ces globules viennent ensuite à se souder, on a des aiguilles qui présentent la forme de feuilles très découpées (fig. 7, pl. I ; fig. 11 et 12, pl. II).

Quartz. — La pâte feldspathique des globules de Corse qui viennent d'être décrits est mélangée d'une grande proportion de silice, dont la présence a gêné la cristallisation du feldspath ; cependant ces globules contiennent aussi de la silice libre ou du *quartz*, dont nous allons maintenant étudier la structure (fig. 6, 7, pl. I ; fig. 6, 11 et 12, pl. II).

Ce *quartz q* est hyalin, d'une couleur grise ou noirâtre, qui tranche sur la couleur rougeâtre ou brunâtre du feldspath ; il se distingue surtout très bien lorsqu'on attaque l'échantillon par l'acide fluorhydrique; on voit alors qu'il remplit tous les interstices soit entre les aiguilles, soit entre les zones feldspathiques du globule, et qu'il se ramifie en une multitude de filets extrêmement complexes et déliés.

Tantôt le *quartz* est séparé de la pâte feldspathique d'une manière très nette, tantôt il se fond avec elle d'une manière insensible; c'est généralement ce qui a lieu au centre des globules, et quelquefois à leur circonférence (fig. 7, pl. I).

Lorsqu'on examine le *quartz* dans chaque aiguille en particulier, on voit qu'il présente une structure analogue à celle qu'il a dans les globules de la figure 11, pl. II, dans lesquels la structure cristalline est peu développée ; cependant la limite du *quartz q* et de la pâte feldspathique *n* n'est pas toujours aussi nette que dans cet échantillon, le plus souvent elle est même un peu confuse.

Généralement, le *quartz q* de chaque aiguille s'est réuni soit vers son centre, soit au contraire vers sa partie moyenne, comme on peut le voir sur le globule représenté figure 7, pl. I ; toutefois, dans les aiguilles de certains globules, le quartz *q* s'est aussi réuni vers la circonférence (fig. 12, pl. II).

Dans les globules de la pyroméride de Corse, toutes les parties ne sont pas également riches en *quartz*, et ordinairement il y en a beaucoup plus dans la partie centrale que près de la circonférence; au centre même, il y a tantôt du

quartz, tantôt une pâte rouge ou brun rougeâtre, qui, d'après la difficulté avec laquelle elle se laisse rayer ou fondre, est nécessairement très riche en silice (fig. 7, pl. I; fig. 16, pl. II).

— Suivant que la pâte feldspathique a formé des aiguilles ou des zones, le globule a la structure rayonnée ou la structure zonée; le plus souvent ces deux structures sont réunies dans les globules. Il est d'ailleurs très remarquable qu'elles s'observent jusque dans la même aiguille : ainsi la figure 6, pl. II, qui représente une pyroméride de Corse, montre très bien des zones concentriques et équidistantes de *quartz q*, qui viennent couper des aiguilles feldspathiques orientées autour d'un centre x.

Ces zones de *quartz* s'amincissent un peu dans les aiguilles feldspathiques; mais il est très facile d'y suivre leur trace, et on la suit également dans le *quartz* lui-même. On rend d'ailleurs la trace des zones bien visible en attaquant la roche par l'acide fluorhydrique; on reconnaît alors que le *quartz* de la roche se laisse un peu attaquer et devient noir grisâtre, tandis que le *quartz* des zones conserve sa couleur noir foncé, et reste en relief. Ce *quartz* hyalin des zones, qui est le plus cristallin, et qui coupe les aiguilles feldspathiques ainsi que le *quartz* de la roche, s'est vraisemblablement solidifié le dernier.

Dans l'échantillon représenté figure 6, pl. II, il y a deux systèmes de zones de *quartz* correspondant à deux systèmes d'aiguilles feldspathiques, dont les unes sont orientées autour du centre x, et les autres autour d'un centre situé vers x', qui se trouve en dehors des limites de la figure.

— Les globules dans lesquels on n'observe pas la structure rayonnée, mais seulement la structure zonée, ont généralement une forme qui s'éloigne assez de la forme sphérique, et qui peut même être ondulée ou très irrégulière (fig. 11, 12, 15, 16, pl. II). Dans ces derniers globules, le feldspath, qui n'a pas été orienté autour du centre, s'est souvent réuni en une série de petits globules, qui sont disséminés dans le globule principal; ces petits globules ont des contours qui sont tantôt nets (fig. 11, pl. II) et tantôt frangés (fig. 5, pl. II) : à l'intérieur de ces globules, le *quartz* s'est quelquefois bien séparé à l'état de *quartz* hyalin (fig. 11, pl. II); le plus souvent, cependant, il forme des zones qui se fondent plus ou moins dans la pâte feldspathique (fig. 12, pl. II).

— Les *globules anormaux avec quartz* que j'ai décrits jusqu'à présent sont plus spécialement ceux qui se trouvent dans la pyroméride de Corse; bien que tous n'aient pas une structure aussi nette que celle des globules représentés sur les planches, il est cependant facile d'y découvrir au moins des indications de la structure rayonnée ou de la structure zonée.

Lorsque le feldspath et le *quartz* ne se sont pas nettement séparés, ces indications sont données par la différence de couleur, de dureté et de composition de certaines parties du globule : en effet, les parties siliceuses ont généralement une

couleur plus foncée que les parties feldspathiques; elles sont plus dures et elles restent un peu en saillie dans les échantillons polis; elles résistent d'ailleurs mieux à la décomposition atmosphérique ou à l'acide fluorhydrique.

La structure rayonnée et surtout la structure zonée s'observent aussi dans les *globules avec quartz* des porphyres de l'Esterel, tels que ceux représentés par les figures 14 et 17, pl. II; les globules de ces porphyres ont même une structure plus régulière que celle des globules des pyromérides.

— Quand la structure des globules n'est plus que confusément rayonnée ou zonée, elle devient irrégulière.

La structure irrégulière s'observe quelquefois dans les globules de la pyroméride de Corse, mais elle s'observe surtout dans les globules de Wuenheim (fig. 8 et 9, pl. I; fig. 7 et 8, pl. II).

Le groupe des globules confluents, représenté figure 8, pl. I, donne un exemple de cette structure : le feldspath *n* est en filets ramifiés et confusément rayonnés, qui serpentent dans toutes les directions; le *quartz q* est intercalé entre ces filets.

Le globule (fig. 7, pl. II) a une structure irrégulière assez complexe.

Les globules (fig. 9, pl. I, et fig. 8, pl. II) présentent des dessins qui rappellent ceux d'une dentelle extrêmement compliquée. A la circonférence de ces globules, il s'est formé une zone feldspathique bien caractérisée, qui est séparée d'une manière très nette de la roche enveloppante; les aiguilles convergentes implantées sur cette zone sont rudimentaires.

Lorsque les globules de Wuenheim sont traités par l'acide fluorhydrique, ils offrent quelquefois cette particularité remarquable, que leur silice s'attaque plus facilement que la pâte feldspathique : c'est ce qui a eu lieu, par exemple, pour les globules (fig. 9, pl. I; fig. 8, pl. II) dans lesquels la pâte feldspathique *n* est blanchâtre et forme une dentelle qui est bien en relief; tandis que certaines parties siliceuses ont été fortement corrodées et se dessinent en creux. Ces parties siliceuses sont habituellement formées par de la calcédoine ou par un *quartz* opaque, blanchâtre ou grisâtre, qui est tout différent du *quartz* hyalin, gris et transparent, des globules de la pyroméride de Corse, car, dans les mêmes circonstances, ce dernier n'est pas attaqué.

Dans les globules de Wuenheim, il y a d'ailleurs aussi du *quartz* hyalin *q* qui a résisté complétement à l'attaque de l'acide fluorhydrique, et qui forme les veines gris noirâtre qu'on voit serpenter dans ces globules (fig. 8, pl. I).

Globules anormaux.

Je passe maintenant à la description des *globules anormaux*, qui sont caractérisés par la présence de *cavités*. Ces *cavités* peuvent être *non remplies* ou *remplies*, *nettes* ou *confuses*; de plus, elles peuvent avoir été produites par *contraction* ou par *expansion* : d'après leur mode de formation, les *globules anormaux* doivent donc

être distingués en *globules anormaux par contraction*, et en *globules anormaux par expansion*.

Tous ces globules se trouvent d'ailleurs dans les mêmes gisements que les globules normaux, et ils sont constitués par une pâte feldspathique généralement très siliceuse, dans laquelle on observe souvent une structure rayonnée ou zonée, surtout après qu'ils ont été attaqués par l'acide fluorhydrique.

Globules anormaux par contraction.

Je m'occupe d'abord de la description des *globules anormaux par contraction*.

Cavités. — Ces globules qui présentent des *cavités* sont très abondants dans les trachytes, ainsi que dans les autres roches volcaniques de l'Islande, notamment à Rauda, sur la côte orientale, où ils ont quelquefois plus d'un demi-décimètre. Ils sont bruns, marrons, rougeâtres, gris, violacés, verts ou noirâtres. Leur forme est très irrégulière, et elle peut s'éloigner beaucoup de la forme sphérique.

Lorsqu'on coupe ces globules par des plans passant par leur centre, on obtient des sections qui sont représentées par les figures 1, 2 et 3, pl. III.

On voit qu'à l'intérieur de ces globules il y a des *cavités* qui, le plus souvent, sont anguleuses et étoilées ; ces *cavités* peuvent dépasser la moitié ou même les trois quarts du volume total du globule.

Quelquefois ces globules se fondent près de leur circonférence avec la roche qui les enveloppe, comme cela a lieu pour celui représenté figure 3, pl. III ; le plus ordinairement, cependant, la surface extérieure des globules est mamelonnée, en sorte qu'ils se détachent très facilement de la roche, de laquelle ils sont d'ailleurs séparés par un petit interstice.

La surface intérieure des globules avec *cavités*, ou la surface de leurs *cavités*, est extrêmement irrégulière ; mais elle a cependant des formes arrondies, et elle est généralement convexe vers le centre du globule, comme on peut le voir par les figures 1 et 2, pl. III. Quant à la surface extérieure des globules, elle est, au contraire, concave vers le centre.

Dans les porphyres de l'Esterel, près de Fréjus, il y a fréquemment des globules avec *cavités*. Ces globules ont une couleur violacée, grisâtre ou blanchâtre. Ils sont généralement réguliers, et même à peu près sphériques ; leur structure est à la fois rayonnée et zonée ; en outre, ils sont moins déformés que les globules précédents. La figure 7, pl. III, représente trois de ces globules de l'Esterel qui sont confluents, et dont les *cavités* sont concentriques ou zonées : quelquefois ces *cavités* zonées sont en communication avec une *cavité* centrale et sphérique.

Des globules avec *cavités*, ayant même structure que ceux de l'Esterel, s'observent également dans les diverses roches du terrain trachytique de la Hongrie et de l'Islande, notamment dans le trachyte porphyrique.

Points de rebroussement. — Les deux surfaces intérieure et extérieure des glo-

bules avec *cavités* présentent fréquemment des *points de rebroussement*, et souvent même elles ont des *points de rebroussement* qui leur sont *communs* : c'est, par exemple, ce qui a lieu pour les points *r* des figures 1 et 2, pl. III. Ces *points de rebroussement communs r* s'observent d'ailleurs sur d'autres *globules anormaux* qui n'ont plus de *cavités*, et il y en a notamment sur les globules des figures 4, 6, 8, pl. III, et des figures 1, 2, 3, 4, 7, 8, 14, 15, pl. IV.

Cavités non remplies. — Il est facile de comprendre que des minéraux ont nécessairement dû se développer dans les *cavités* de tous les *globules anormaux* que je viens de décrire, et les remplir soit partiellement, soit complétement. En effet, dans ces *cavités* on trouve fréquemment du quartz *s*, qui est mamelonné ou en cristaux hyalins implantés par une de leurs extrémités : c'est ce qu'on observe, par exemple, pour les globules de l'Islande (fig. 1, 2, 3, pl. III ; croquis, pag. 323, 324), et pour les globules de l'Esterel (fig. 7, pl. III).

Toutes ces *roches globuleuses* étant très riches en silice, on conçoit que le quartz se soit développé presque exclusivement dans les cavités des *globules anormaux ;* cependant on y rencontre aussi quelques autres minéraux : ainsi, dans les *globules anormaux* de l'Islande, on trouve accidentellement de l'oxyde de manganèse pulvérulent, du fer carbonaté manganésifère, qui est en petits rhomboèdres bruns, et une zéolithe fibreuse qui paraît être de la scolésite.

A Digoed et à Llanberis, dans le Cærnarvonshire (pays de Galles), il y a des *globules anormaux* qui sont extrêmement remarquables par leurs grandes dimensions, car ils ont près d'un décimètre de diamètre ; les *cavités* de ces globules ont également été remplies soit partiellement, soit complétement, par des cristaux de quartz ; au-dessus de ces cristaux il s'est quelquefois développé du ripidolite, qui est en petites paillettes vert foncé (1).

Cavités remplies. — Les *cavités* des *globules anormaux* sont quelquefois complétement *remplies*, même dans les roches volcaniques modernes ; mais c'est surtout ce qui a lieu pour les globules dont je vais parler maintenant.

MM. B. Cotta, Naumann et de Gutbier (2), ont observé dans le rétinite compacte, ainsi que dans le rétinite porphyrique de la Saxe, des globules qui me paraissent présenter tous les caractères de *globules anormaux*, dont les *cavités* auraient été *remplies*. La figure suivante, qui n'est que la reproduction de celle donnée par M. Cotta, représente l'un de ces globules qui provient du rétinite de Plan tz, près Zwikau. La *cavité* triangulaire de son intérieur, ainsi que la fente qui le traverse, est tapissée par de la calcédoine *c*, ainsi que par des cristaux de quartz hyalin.

J'ai, du reste, observé des *globules anormaux*, identiques avec les précédents,

(1) Collection des porphyres globuleux du pays de Galles, qui se trouve au *Geological Survey* de Londres. Cette collection a été faite par M. le professeur Ramsay.

(2) *Leitfaden und Vade mecum der Geognosie*, 1849, p. 75.

dans des rétinites qui sont certainement très modernes; car ils sont intercalés dans les roches volcaniques de l'Islande. Ces globules sont noirs, verdâtres, bruns, marrons; ils sont enveloppés par une pâte de même couleur, qui est quelquefois un peu plus pâle près de leur circonférence. La figure ci-dessous représente un de ces globules vert noirâtre, qui se trouve dans le rétinite noir de Rauda : sa *cavité* intérieure a été complétement remplie par de la calcédoine gris bleuâtre *c*, et cette calcédoine est bordée elle-même par une zone d'opale blanchâtre *c'*; quelquefois il y a, en outre, un peu de chlorite verte foncée qui est associée à la calcédoine.

D'après M. Credner, des *globules anormaux* analogues se rencontrent fréquemment dans les porphyres quartzifères (*Hornstein-porphyr*), qui jouent un rôle si important dans le Thuringerwald.

— Dans certains *globules anormaux*, le remplissage des *cavités* a été plus complexe que dans les *globules* que j'ai décrits jusqu'à présent; j'ai trouvé, en effet, dans un porphyre jaspé de Sibérie, venant d'Yrkutzky, des *globules anormaux* très bien caractérisés, et dont le remplissage présente des circonstances extrêmement remarquables.

Ce porphyre jaspé se rencontre dans la plupart des collections de minéralogie; il est très riche en quartz, et on le classe habituellement au quartz jaspé. Cependant, en l'examinant à la loupe, on peut constater que ses bandes jaspées sont formées par des fibres feldspathiques très ténues, qui ressemblent à celles représentées figure 4, pl. II; ces fibres sont groupées à peu près normalement à la longueur de la bande jaspée, à la base de laquelle elles sont implantées.

Quelquefois ce porphyre présente à la fois la structure jaspée et la structure globuleuse entrelacée, comme celle de la perlite, ainsi qu'on le voit sur la figure 4, pl. IV. Il contient, en outre, un grand nombre de *globules anormaux*, généralement assez irréguliers. Plusieurs de ces globules sont représentés par les figures 1, 2, 3, 4, pl. IV : tantôt ils sont complétement isolés (fig. 1 et 2, pl. IV); tantôt ils sont accolés à des bandes jaspées qui leur servent de parois (fig. 3, 4, pl. IV), et il semble même que le globule résulte de la réunion en sphères de ces bandes jaspées.

La structure des globules ne diffère d'ailleurs pas de celle des bandes jaspées; ils sont formés par une pâte compacte *n*, de couleur brune ou jaunâtre, dans laquelle se détachent des fibres feldspathiques de couleur plus claire; ces fibres, qui sont microscopiques, sont généralement orientées vers le centre des globules (fig. 1, pl. IV).

La pâte *n* a visiblement éprouvé des retraits, qui ont produit des *cavités* généralement étoilées dans l'intérieur des globules; ces *cavités* ont d'abord été recouvertes par une couche mince de quartz *s*, hyalin, blanc, transparent, et mamelonné, absolument comme cela a eu lieu dans le globule de l'Islande (fig. 1,

pl. III), mais le remplissage ne s'est pas arrêté là; postérieurement, en effet, les *cavités* ont été complétement *remplies* par de la silice qui est à l'état de calcédoine *c*, et au centre de laquelle il y a quelquefois des cristaux de quartz hyalin. Cette calcédoine *c* présente les couleurs variées et les zones concentriques de l'agate, en sorte que son origine est évidemment la même. Ordinairement elle est gris bleuâtre; comme, de plus, elle est transparente, on peut très bien apercevoir la surface interne et mamelonnée des globules (fig. 2, 3, pl. IV), qui a été recouverte par une première couche de quartz hyalin *s*, et qui ressemble complétement à celle du globule de l'Islande (fig. 1, pl. III).

Le remplissage des *cavités* de ces *globules anormaux* de Sibérie comprend donc deux phases bien distinctes.

Cavités nettes. — Dans les *globules anormaux* que j'ai décrits jusqu'à présent, les *cavités* étaient généralement *nettes*, car la pâte de ces globules était bien séparée de la silice qui avait rempli les *cavités;* il en est encore de même dans les globules de la pyroméride de Saint-Maurice.

Les globules de cette pyroméride sont quelquefois sphériques; mais le plus souvent cependant, ils sont irréguliers et allongés dans le sens de la schistosité de la roche; ils sont, en outre, fréquemment accolés, en sorte qu'ils ressemblent à des espèces de grappes (fig. 5, 6, pl. IV). Ils sont formés par une pâte feldspathique grise, légèrement rougeâtre; cette pâte est bien séparée du quartz, dans lequel elle ne se fond pas; dans certains globules, ce quartz est en petits cristaux, qui sont orientés comme ceux qui tapissent les géodes; par conséquent, ce quartz a bien rempli des *cavités*, et de plus ces *cavités* sont *nettes*.

Cavités confuses. — Les globules que je vais décrire maintenant ont, au contraire, leurs *cavités* plus ou moins *confuses;* ils s'observent surtout dans les pyromérides et dans divers porphyres, tels que ceux de l'Esterel; ils sont représentés par la plupart des figures des planches III et IV : ces figures montrent avec la plus grande évidence une analogie complète entre les formes de la pâte feldspathique dans ces globules et dans les globules avec *cavités* des trachytes de l'Islande (fig. 1, 2, 3, pl. III). Il est visible que, par suite de retraits, des *cavités* se sont formées dans l'intérieur de ces globules; ces *cavités* étaient tantôt étoilées (fig. 7, 8, 15, pl. IV; fig. 8, pl. III), tantôt irrégulières (fig. 4, pl. III; fig. 11, 12, 13, 14, 16, 17, pl. IV), tantôt zonées (fig. 9, 10, pl. III); toutes ont d'ailleurs été remplies par de la silice, qui est généralement à l'état de quartz hyalin.

Bien que ces faits semblent extraordinaires au premier abord, il sera facile de se convaincre de leur exactitude par l'étude détaillée de quelques uns de ces singuliers globules, que je continuerai à appeler *globules anormaux*.

Je m'occupe d'abord des *globules anormaux* à *cavités confuses* de la pyroméride de Corse.

Ces globules, dont l'étude offre le plus grand intérêt, sont très nombreux et très variés; ils sont représentés par les figures 4, 5, 6, 10, planche III; 7, 8, 9,

10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, planche IV. Leur pâte feldspathique se trouve surtout à la circonférence ; ses couleurs ne diffèrent pas de celles des globules normaux sans quartz que j'ai décrits antérieurement ; elle est noirâtre, violâtre, verte, brune, marron, jaunâtre, rougeâtre, grise ou blanchâtre ; elle a cependant le plus souvent un éclat gras et pétrosiliceux, comme la roche qui enveloppe les globules. Au chalumeau, elle s'arrondit seulement un peu sur les bords, lorsqu'elle est en esquilles très minces ; elle est donc extrêmement riche en silice. Dans certains cas, elle est même plus riche en silice que la roche qui l'enveloppe.

En examinant la pâte feldspathique *n* à la loupe, et après l'avoir attaquée légèrement par l'acide fluorhydrique, j'ai reconnu que sa structure est confusément cristalline ; généralement elle présente un réseau dentelé extrêmement complexe qu'on voit bien sur la figure 4, pl. III ; cependant elle présente aussi des fibres rayonnées et zonées, comme cela a lieu dans les globules des figures 15, 16, 17, pl. VI.

Si nous passons à l'étude du quartz des *globules à cavités confuses* de la pyroméride de Corse, nous trouvons que ce quartz *s* est blanc ou gris, et très pur ; en sorte qu'on le distingue très bien de la pâte feldspathique, surtout après l'attaque par l'acide fluorhydrique, qui donne à la pâte feldspathique une couleur blanche et matte ; il est assez généralement compact ou grenu ; quelquefois cependant (fig. 14, 15, pl. IV) il est en cristaux radiés, qui ont tapissé des cavités dans la partie centrale du globule : de même que dans les amygdaloïdes avec quartz, une petite zone de calcédoine blanchâtre se trouve alors interposée entre les cristaux de quartz et entre la pâte feldspathique *n*.

La figure 4, pl. III, et les figures 15, 16, 17, pl. IV, montrent très bien que, dans les *globules à cavités confuses* de la pyroméride de Corse, la pâte feldspathique *n* n'est pas nettement séparée du quartz *s* ; en effet, on voit facilement que les fibres feldspathiques s'engagent dans le quartz *s*, dans lequel elles se fondent d'une manière insensible ; de plus, on reconnaît à la loupe que cela a même lieu sur les bords des déchirures, qui, lorsqu'on les regarde à une certaine distance, paraissent être les plus vives, telles que celles de la figure 15, pl. IV. Il importe d'observer d'ailleurs que toutes les fibres de la pâte feldspathique du globule sont orientées relativement à sa forme actuelle, et qu'elles ne portent généralement aucune trace des déchirures principales qui ont été éprouvées par la pâte du globule ; on doit donc en conclure que ces fibres n'existaient pas encore au moment du retrait de la pâte feldspathique, et qu'elles se sont développées postérieurement.

Les *globules anormaux* de Corse, qui sont ordinairement très irréguliers, sont souvent associés à des *globules normaux*, qui sont, au contraire, parfaitement réguliers ; on peut se rendre compte de cette différence en observant que les *globules anormaux* sont moins cristallins que les *globules normaux*, et qu'en outre ils ont été déformés ; en effet, leur surface extérieure et intérieure présente, comme celle des globules à *cavités* non remplies, des points de rebroussement com-

muns *r*, qui correspondent souvent à des fractures de la pâte feldspathique ; ces fractures ont eu lieu après la solidification de cette pâte, et avant la solidification du quartz. La figure 4, pl. III, et les figures 11 et 14, pl. IV, montrent même que de nombreux fragments de la pâte feldspathique *n* ont pu tomber dans les cavités intérieures des globules, et que ces fragments ont ensuite été enveloppés par le quartz *s*. Le même fait a déjà été signalé pour le globule de Sibérie (fig. 4, pl. IV).

Le fer oligiste, qui est fréquent dans la pyroméride, ainsi que dans la pâte des globules, s'est quelquefois développé en zones concentriques dans les *globules anormaux ;* il peut d'ailleurs se trouver au centre même de ces globules.

Quand le fer oligiste accompagne le quartz dans les druses des pyromérides, il forme des lamelles qui sont implantées sur les cristaux de quartz, et qui par conséquent leur sont postérieures.

— Les porphyres de l'Esterel contiennent aussi des *globules à cavités confuses ;* ces globules (fig. 8 et 9, pl. III) diffèrent de ceux de Corse en ce qu'ils sont très réguliers, et même à peu près sphériques; ils sont fibreux, à structure rayonnée et zonée. Leurs *cavités* sont elles-mêmes disposées avec régularité autour du centre du globule; elles sont généralement sphériques, zonées ou semi-lunaires; dans certains cas cependant elles sont anguleuses.

La figure 8, pl. III, montre une *cavité* centrale et anguleuse remplie par de la calcédoine *c*, dans laquelle se fondent les fibres feldspathiques.

La figure 9, pl. III, montre des *cavités* semi-lunaires qui sont remplies par du quartz hyalin. Les globules figure 10, pl. III, présentent la même structure que les globules précédents ; ils sont toutefois plus réguliers, bien qu'ils proviennent de la pyroméride de Corse.

— Dans la pyroméride d'Andlau, il semble qu'il y ait certains globules qui soient à la fois *globules normaux* et *anormaux ;* ils sont représentés par la figure ci-dessous. A la circonférence du globule est une zone feldspathique radiée, cristalline et rosâtre *n*, à laquelle succède une autre zone feldspathique *n'*, brun marron ou brun violacé, qui est plus siliceuse que la première; c'est dans cette dernière zone seulement que se sont formées des *cavités* irrégulières et anguleuses qui ont été remplies par du quartz *s ;* quelquefois il y a des paillettes de fer oligiste *e* dans ces *cavités*, et le fer oligiste se retrouve aussi dans les autres cavités de la roche ainsi que dans toute sa pâte.

Les globules de la pyroméride d'Andlau sont entourés de quartz hyalin gris ; le plus souvent, ils sont normaux ou sans cavités ; tantôt ils ont cependant deux zones distinctes et concentriques, telles que *n* et *n'*; tantôt ils se réduisent à la première de ces zones.

Globules anormaux par expansion.

Je passe maintenant à la description des *globules anormaux par expansion*, qui ont une structure toute différente de celle des globules anormaux par contrac-

tion. On peut en distinguer deux variétés, suivant que l'*expansion* a été *intérieure* ou *extérieure*.

Expansion intérieure. — La première variété est représentée par des globules, tels que celui dont une partie a été dessinée figure 9, pl. II. Ces globules, qui se trouvent en Islande, où ils atteignent 5 centimètres de diamètre, sont formés par une pâte feldspathique *n*, qui est compacte et rouge-marron. De la calcédoine grise *c* est contenue dans cette pâte; mais elle n'est pas réunie vers le centre du globule, et elle ne forme pas non plus des zones concentriques, comme cela avait lieu dans les *globules anormaux* décrits jusqu'à présent; elle est, au contraire, disséminée d'une manière très irrégulière dans la pâte des globules, et il est visible que sa forme est celle des amygdaloïdes qu'on trouve dans la pâte des roches ignées; cette calcédoine a donc rempli des *cavités* ou des *cellules*, qui ont été produites à l'intérieur de ces globules par le dégagement d'un gaz, et par conséquent ces *globules* sont *anormaux* par *expansion intérieure*.

Expansion extérieure. — Les *globules anormaux* à expansion intérieure que je viens de décrire sont très exceptionnels; mais les globules que je vais décrire maintenant sont très fréquents. Ils diffèrent complétement des précédents en ce qu'au lieu de contenir des *cellules*, ils sont, au contraire, entourés par une *cellule*, dans laquelle ils se sont développés; ces *globules* sont don *canormaux* par *expansion extérieure*.

Ils se trouvent dans certaines roches celluleuses, notamment dans les obsidiennes, dans les perlites et dans les trachytes: souvent ils sont disposés suivant des zones parallèles, comme cela a lieu pour les *cellules;* souvent aussi ils sont contigus comme les grains d'un chapelet. Quelquefois ils se sont développés, suivant un plan dans lequel ils communiquent entre eux par une multitude de canaux très sinueux: lorsqu'on casse la roche suivant ce plan, on peut obtenir des dessins très bizarres, tels que celui de la fig. 10, pl. II, qui a été copié sur une obsidienne de l'île de Milo.

La figure 11, pl. III, montre plusieurs *globules à expansion extérieure*, qui ont été observés sur une obsidienne d'Ischia. On voit qu'ils ont une couleur blanche, qui contraste très fortement avec la couleur noire de la roche. Leur structure est rayonnée et légèrement zonée; ils sont d'ailleurs formés de fibres très ténues qui paraissent être feldspathiques.

On peut remarquer que ces globules sont tantôt sans *cavités*, tels que α (fig. 11, pl. III); tantôt avec *cavités*, notamment dans leur partie moyenne, tels que β; ces derniers globules passent d'ailleurs d'une manière insensible à de véritables *cellules*, telles que γ, dont les parois sont seulement tapissées sur certains points par des fibres blanches, identiques à celles qui formaient les globules précédents; enfin les *cellules* γ, en partie remplie, passent elles-mêmes à des *cellules* qui sont entièrement vides.

La figure 11, pl. III, donne une idée des dégradations présentées par les *globules*

qui passent à des *cellules*. On voit, en effet, que chacun de ces *globules* est complétement entouré par une *cellule*, dans l'intérieur de laquelle il s'est développé.

Il n'est d'ailleurs pas rare d'observer sur un même échantillon d'obsidienne tous les intermédiaires entre un *globule* et une *cellule* complétement vide, qui est le terme extrême des dégradations de ces globules *anormaux par expansion*.

J'ajouterai que les *cavités* de ces globules ont été remplies par les substances qui tapissent généralement les *cellules* de la roche ; ainsi, dans les obsidiennes d'Islande, par exemple, il y a fréquemment au-dessus des fibres feldspathiques de la silice blanche et nacrée qui est mamelonnée ou vermiculée, et qui ressemble assez à la silice des hauts-fourneaux ; dans certains cas, il y a de l'hyalite et d'autres minéraux des *cellules*. Dans les obsidiennes du Mexique, il y a même du péridot.

— Parmi les roches qui contiennent fréquemment des *globules anormaux par expansion extérieure*, on peut surtout citer les roches trachytiques de la Hongrie. Si nous prenons comme exemple la perlite globuleuse et lithoïde de la colline de Maad, environs de Tokay (1), nous trouvons que cette roche consiste en une pâte grise, dans laquelle il y a des cristaux d'orthose vitreux, du quartz, du mica noir éclatant ; elle renferme des globules normaux formés par une pâte feldspathique grisâtre, au centre de laquelle il s'est quelquefois séparé de l'orthose blanc ; elle renferme aussi des *cellules* très irrégulières, dont les parois sont tapissées par la pâte feldspathique qui constitue les globules ; entre ces deux extrêmes, il y a des *globules anormaux par expansion extérieure*, tels que ceux représentés par la figure suivante.

Ces globules sont formés par une pâte feldspathique fibreuse et blanc grisâtre *n*, qui ne diffère pas de celle des globules normaux de la même roche ; cette pâte peut d'ailleurs se détacher assez facilement des parois des *cellules* qu'elle tapisse. Dans les *cavités* restées vides à l'intérieur de cette pâte, et postérieurement à sa solidification, il s'est développé de petits mamelons de silice blanche *s* qui lui sont superposés.

Le croquis ci-dessus montre bien que la pâte de ces globules anormaux a subi elle-même des retraits qui ont produit des *cavités* ressemblant à celles des *globules anormaux par contraction* : ces globules sont donc *anormaux* à la fois par *expansion* et par *contraction*. Ils passent d'ailleurs d'une manière insensible aux *globules anormaux par contraction*, et il n'y a pas de limite nette entre ces deux variétés de globules, qui sont cependant si différents lorsqu'on n'étudie que les types extrêmes.

Cristaux indépendants.

L'étude de la structure des globules fait voir qu'ils peuvent renfermer divers cristaux isolés, non orientés, relativement au centre du globule, et irrégulière-

(1) Collection rapportée de Hongrie par Beudant et déposée à l'École des mines de Paris.

ment disséminés dans sa pâte ; il est visible que ces cristaux n'ont pas concouru à la formation du globule, et je les appelle en conséquence *cristaux indépendants.*

Les minéraux qui se sont séparés en *cristaux indépendants* sont surtout le *quartz*, l'*orthose* et les *feldspaths* du sixième système ; mais on peut citer aussi l'*amphibole*, le *mica*, le *fer oligiste*, la *pyrite de fer*.

Les *globules normaux* peuvent renfermer des *cristaux indépendants*, et les *globules anormaux* par contraction en renferment toujours.

Les figures des planches II, III, IV, font voir suffisamment quel est le mode de gisement des *cristaux indépendants* dans les *globules normaux* ou *anormaux*, et je vais d'ailleurs décrire quelques globules qui en renferment.

Dans certains cas, les *cristaux indépendants* sont au centre même du globule autour duquel ils sont confusément orientés : c'est ce qui a lieu, par exemple, pour le globule du rétinite d'Islande qui a été représenté figure 13, pl. II, au centre duquel il y a des cristaux de feldspath orthose *o*, et quelques grains d'amphibole hornblende *a*, qui sont entourés par un globule à pâte feldspathique dont la structure est irrégulière et ondulée : c'est ce qui a lieu également pour les globules des trachytes de la Hongrie, qui présentent quelquefois à leur centre des cristaux d'orthose, de quartz et de mica (1).

Ces cristaux au centre des globules peuvent être comparés aux noyaux qu'on observe souvent dans les concrétions cristallines, notamment au centre des oolithes ; ils doivent être considérés comme des *cristaux indépendants*, car ils se sont solidifiés avant le globule, et, par conséquent, bien qu'ils aient pu lui servir de noyau et déterminer le groupement de ses différentes parties, ils n'ont cependant pas contribué d'une manière directe à sa formation.

Les globules, tels que ceux d'Islande et de Hongrie que nous venons de décrire, forment en quelque sorte la transition entre les globules sans *cristaux indépendants* et entre les globules *avec cristaux indépendants.*

— Le plus généralement les *cristaux indépendants* ne sont pas au centre du globule, et ils ne sont pas orientés relativement à ce centre ; ils sont, au contraire, disséminés irrégulièrement dans la pâte du globule.

On voit surtout ces cristaux d'une manière très nette dans les globules anormaux qui sont représentés sur les planches III et IV. Quand on ne les aperçoit pas immédiatement, il est facile de les faire apparaître en traitant l'échantillon par l'acide fluorhydrique.

Les *cristaux indépendants* sont le plus souvent des cristaux de *quartz ;* cependant il y a aussi dans les globules anormaux des cristaux d'*orthose*, et surtout de *feldspath* du sixième système.

Quartz. — Les cristaux de *quartz* s'observent, par exemple, dans les globules anormaux des porphyres de l'Esterel, du Thuringerwald, de la Saxe, dans ceux des

(1) Beudant, *Voyage en Hongrie*, t. III, p. 348.

trachytes de l'Islande ; mais c'est surtout dans les globules anormaux des pyromérides qu'ils sont très abondants. Ils sont hyalins et leurs arêtes sont vives, quoique leurs dimensions soient généralement petites ; ils sont quelquefois terminés à leurs deux extrémités, et leur forme est alors celle du dodécaèdre triangulaire comme dans le porphyre quartzifère. Ces cristaux de *quartz q* sont représentés sur les figures 4 et 8, pl. III, ainsi que sur les figures 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16 et 17, pl. IV.

Il importe de remarquer que les *cristaux indépendants du quartz* peuvent être engagés en partie dans le globule et en partie dans la pâte qui l'enveloppe, comme on le voit par la figure 15, pl. IV ; il en est d'ailleurs de même pour tous les *cristaux indépendants.*

Feldspath. — Les cristaux de *feldspath f* du sixième système sont abondants dans les globules anormaux des pyromérides, notamment dans ceux de ces globules qui ont un éclat gras (fig. 6, 15, 17, pl. IV). Ils présentent des lamelles allongées et striées qui ont de petites dimensions ; leur couleur est blanche, blanc verdâtre, rouge pâle, rouge vif. Dans les pyromérides, ces cristaux m'ont paru se rapporter à l'albite.

Orthose. — Les cristaux d'*orthose o* sont abondants dans les globules anormaux des trachytes, des rétinites et de divers porphyres (fig. 13, pl. II ; fig. 1, pl. III). Bien qu'ils soient généralement petits, ils sont plus gros que les cristaux de feldspath du sixième système; leur couleur est blanche et quelquefois rougeâtre.

Amphibole, mica. — Les cristaux d'*amphibole a* sont noirs ou noirâtres, de même que les cristaux de *mica m ;* on les observe surtout dans les trachytes, dans les perlites et dans les rétinites.

Le globule anormal, qui est représenté ci-contre, montre deux cristaux d'*amphibole* hornblende *a*, qui ont une belle couleur noire, et une longueur de 6 millimètres : ce globule se trouve dans le trachyte de Rauda en Islande.

Les figures 13, 14, pl. II, ainsi que les figures 1, 2, 4, pl. IV, montrent également des cristaux d'*amphibole a.*

Enfin le globule de la minette, qui est représenté page 307, contient des cristaux de *mica m.*

Fer oligiste, pyrite. — Le *fer oligiste* et la *pyrite de fer* sont en *cristaux indépendants* dans les globules anormaux ainsi que dans les globules normaux. Le *fer oligiste* est même très fréquent dans les globules des pyromérides ; tantôt il est disséminé dans leur pâte ; tantôt il a cristallisé dans leurs cavités, et ses cristaux sont alors superposés aux cristaux de quartz qu'elles contiennent.

Quelquefois les cristaux de *fer oligiste* forment une zone très régulière autour du centre du globule vers lequel ils sont orientés : c'est ce que j'ai constaté, par exemple, dans certains globules normaux de la pyroméride de Corse. Le *fer oli-*

giste cesse alors d'être en *cristaux indépendants*, et l'on conçoit qu'il puisse en être de même pour les autres minéraux que je viens d'énumérer, surtout pour les feldspaths, puisqu'ils constituent les globules.

Globules indépendants. — Un globule peut contenir non seulement des cristaux indépendants, mais même des *globules indépendants*.

En effet, la figure 7, pl. I, ainsi que la figure 11, pl. II, donnent des exemples de globules normaux à *globules indépendants* : on voit cependant que ces globules tendent déjà à s'orienter suivant des zones ou suivant des rayons.

La figure 4, pl. IV, donne un exemple de globules anormaux avec *globules indépendants* ; mais un exemple remarquable est surtout donné par le globule anormal, représenté ci-contre, que j'ai observé dans le trachyte de Rauda. On voit, en effet, qu'un petit globule étoilé, très régulier et presque sphérique, s'est développé dans la pâte *n* de ce globule.

— Il importe de remarquer que les *cristaux indépendants* qui se trouvent dans la pâte des globules anormaux ne sont aucunement brisés ; lors même qu'ils sont minces et allongés, comme les cristaux d'*amphibole*, de *feldspath* du sixième système et d'*orthose*, ils ne portent aucune trace des déchirures subies par la pâte ; ils peuvent seulement être traversés, comme le reste du globule, par de petits filets de quartz provenant de fractures quelquefois très récentes. Il en est de même pour le *globule indépendant*, duquel il vient d'être parlé, et qui se trouve dans un globule de Rauda. Or, comme les cavités des globules anormaux résultent visiblement de retraits, on doit nécessairement conclure de la remarque précédente que les *cristaux*, ainsi que les *globules indépendants*, sont postérieurs à la formation des cavités.

On peut encore observer que les globules dans lesquels le feldspath est bien cristallin et s'est bien séparé de la roche, sont ceux qui ont une structure rayonnée, et notamment ceux qui sont étoilés, comme ceux représentés figures 1, 2, 3, 4, pl. I. Au contraire, les globules dans lesquels le feldspath est resté à l'état de pâte, sont ceux qui ont la structure zonée, comme ceux représentés figures 14, 15, 16, 17, pl. II.

Si l'on jette les yeux sur les globules *avec cristaux indépendants*, et surtout sur ceux représentés par les planches III et IV, on voit que ces globules ont généralement une structure rayonnée assez confuse ; au contraire, les globules *sans cristaux indépendants* ont une structure rayonnée très nette.

Comme les *cristaux indépendants* accusent dans un globule une faible tendance à cristalliser, on doit donc admettre qu'un globule est d'autant plus cristallin que sa structure rayonnée est mieux caractérisée.

La structure zonée, lorsqu'elle existe seule, indique au contraire un globule peu cristallin.

Filons de quartz.

Les *globules normaux* ou *anormaux* sont souvent traversés par des *filons* ou par des *veinules de quartz*. Il suffit pour s'en convaincre d'examiner l'une ou l'autre des planches de ce Mémoire ; je signalerai particulièrement les globules qui sont représentés figure 8, pl. I; fig. 4, pl. II; fig. 6, 8, 16, pl. IV. Les *filons de quartz* qui coupent complétement ces globules sont désignés par *t t'*.

Les *veinules* de *quartz* sont surtout extrêmement fréquentes dans les globules de Wuenheim; ce qui ne doit pas surprendre, puisque nous verrons plus loin que la roche est complétement pénétrée par des *filons* de silice. Ce *quartz* des *veinules* est blanc, rouge, jaune, et il peut avoir des couleurs variées.

Quand les globules ont été écrasés ou brisés, les joints de fracture ont été ressoudés par du *quartz* : ainsi le globule de gauche, dans la figure 9, pl. I, a visiblement été comprimé par une force horizontale ; il s'est rompu en quatre fragments principaux qui, sur la figure, ont à peu près la forme de secteurs de cercle; du *quartz* a d'ailleurs pénétré entre tous les débris et les a ressoudés postérieurement.

Les globules peuvent quelquefois être brisés en un très grand nombre de fragments, qui non seulement ont été séparés l'un de l'autre, mais qui ont même été entraînés à une assez grande distance.

Ainsi la partie gauche du globule de Wuenheim (fig 1, pl. II) a été entièrement arrachée, et ses fragments ont ensuite été dispersés assez loin ; comme dans les globules précédents, du *quartz s* a d'ailleurs entouré tous les fragments.

Il résulte donc de ce que nous venons de voir, que tous les vides formés dans les globules riches en silice ont été complétement remplis par du *quartz*.

Gisement des globules.

Les *roches globuleuses*, dans lesquelles se trouvent les globules que nous venons d'étudier spécialement, sont : le *granite*, l'*eurite*, la *pyroméride*, le *trachyte*, le *rétinite*, la *perlite*, l'*obsidienne* et divers *porphyres*.

On attribue généralement une origine ignée à toutes ces roches ; mais elles diffèrent toutefois complétement par leur âge, par leur structure, ainsi que par leur composition minéralogique et chimique ; il est donc très remarquable que les globules qui se sont développés dans des roches si différentes aient autant d'analogie dans leur structure et dans leur composition chimique.

Ces roches globuleuses présentent, du reste, un caractère commun qui paraît avoir été une condition essentielle du développement des globules ; elles ont toutes un *excès de silice* : c'est, en effet, ce qu'il est facile de constater en faisant

connaître sommairement leurs principaux caractères minéralogiques et chimiques ainsi que leur *gisement*.

— Si l'on considère d'abord les *granites globuleux*, on trouve qu'ils sont toujours très quartzeux : je me contenterai de citer comme exemple le *granite* que j'ai observé à Diamond-Rock (comté de Down, Irlande). Ce *granite* renferme assez fréquemment des globules étoilés qui atteignent plusieurs centimètres, et qui sont formés par des lamelles d'orthose autour desquelles il y a du quartz hyalin. Lorsqu'on étudie le *gisement* de ces globules, on voit qu'ils sont à la circonférence de druses tapissées par une grande variété de cristaux, mais surtout par des cristaux de quartz; ces globules se sont donc développés dans les parties du *granite* qui contiennent un grand excès de silice.

— Mais ce sont surtout les *pyromérides* qui sont très riches en silice, comme j'ai déjà eu l'occasion de le faire observer dans un autre travail; le plus souvent même elles contiennent un excès de silice qui a été introduit par des filons de quartz. Ainsi la *pyroméride* de la chaîne du Niolo (Corse) a été complétement pénétrée par des filons de quartz associé avec du fer oligiste.

— La *pyroméride* de l'île de Jersey, qui ressemble beaucoup à certaines variétés de la pyroméride de Corse dont les globules sont anormaux, est également très riche en silice. M. Transon a constaté, d'ailleurs, que dans la baie de Boulay, elle s'est développée au contact d'un porphyre quartzifère avec le grès d'Anneport, c'est-à-dire au contact d'une roche très riche en silice.

— La *pyroméride* de Wuenheim, dont la découverte est due à M. Kœchlin-Schlumberger, est de même complétement pénétrée par de la silice qui se présente dans la roche sous des états très variés. Cette silice est généralement à l'état de quartz; elle est associée avec de la baryte sulfatée et avec un peu de fer oligiste.

Les *pyromérides* d'Andlau et de Saint-Maurice sont aussi pénétrées de quartz hyalin, et elles contiennent, soit dans leur pâte, soit dans leurs cavités, des grains ou des lamelles de fer oligiste (1).

— Si nous étudions maintenant le *gisement* des *porphyres globuleux* les plus remarquables, nous trouvons qu'ils sont également très riches en silice.

En effet, les *porphyres globuleux* de Thuringerwald sont, d'après MM. Credner et Naumann (2), en relation intime avec des porphyres à cavités plus ou moins régulières, qui sont remplies par de la calcédoine, du quartz, du fer oligiste, de la chaux carbonatée, de la baryte sulfatée et de la chaux fluatée. Ces divers minéraux, et surtout la calcédoine et le quartz, s'observent jusque dans les globules eux-mêmes.

— Les *porphyres globuleux* du Hanskopf, près d'Oppenau, de Schriesheim, de

(1) Voyez pour plus de détails sur la composition et sur le gisement des pyromérides, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. IX, p. 180 et suiv.

(2) Naumann, *Lehrbuch der Geognosie*, t. I, p. 617. — Credner, *Heimathskundt de Schulze*, IIIe volume. Gotha, 1847.

de Ziegelhausen dans le duché de Bade, sont, d'après MM. Hausmann et G. Leonhard (1), complétement pénétrés par des filons, dans lesquels la silice se présente sous des états extrêmement variés.

— Le *porphyre globuleux*, observé par M. Cordier (2) aux environs de Fréjus, sur la rive gauche du Reyran, au lieu dit Coutiguière, près de la Bastide-Ferrant, est également très siliceux ; indépendamment du quartz hyalin et cristallisé, il contient une grande quantité d'un quartz qui a une très belle couleur verte, et qui se retrouve avec beaucoup de constance dans la plupart des *roches globuleuses* à structure granitoïde.

Les *porphyres globuleux* de l'Esterel se sont surtout développés sur trois points de l'Esterel, notamment aux collines du Deffant, au revers nord de la montagne de Grane, aux environs d'Agay (3) ; d'après M. Coquand, ce sont des variétés de mélaphyres, et ils peuvent d'ailleurs passer à de véritables mélaphyres, contenant des amygdaloïdes de chaux carbonatée. Ces *porphyres globuleux* de l'Esterel sont souvent pénétrés de quartz, de jaspe, de calcédoine, et il importe surtout de remarquer qu'ils ont fait éruption à travers des grès bigarrés, c'est-à-dire à travers des roches extrêmement riches en silice.

— Sir H. de La Bêche et M. Ramsay ont découvert dans le pays de Galles des *porphyres globuleux*, qui sont très remarquables par la grosseur de leurs globules. Ces porphyres, qui s'observent dans le Carnarvonshire et dans le Merionethshire, ne contiennent pas d'orthose ; ils sont verts, verdâtres ou grisâtres : leur feldspath est lamelleux et à éclat gras ; il appartient au sixième système, et par conséquent la soude en est l'alcali dominant. A Llanberis, à Digoed (Carnarvonshire), leurs globules ont quelquefois près d'un décimètre : ces globules, qui sont généralement anormaux, sont formés par une pâte feldspathique verdâtre ou grisâtre, très siliceuse ; leurs cavités sont tantôt partiellement remplies par des cristaux de quartz hyalin et tantôt complétement remplies par de la silice, qui est à l'état de quartz ou même de silex. Au N.-O. de Bala (Merionethshire), les globules se sont quelquefois développés suivant des zones qui sont parallèles entre elles ; de plus ils sont accolés les uns aux autres et ils sont réunis en chapelets avec beaucoup de régularité : on sait que les globules des obsidiennes présentent fréquemment cette disposition.

Il est remarquable que les globules du pays de Galles aient une structure qui rappelle celle des globules les plus récents ; car ils se trouvent dans des porphyres très anciens et qui sont vraisemblablement contemporains de l'époque silurienne. Si les cavités de ces globules ne sont pas toujours remplies, cela tient sans doute à ce que les porphyres, dans lesquels elles se sont formées, ne sont pas aussi riches en silice que ceux que j'ai décrits précédemment ; quelque-

(1) *Abhandlungen der Koëniglischen Gesellschaft zu Gottingen*, t. II. — *Neues Jahrbuch* (1845), p. 42.

(2) Collection de Géologie du Jardin des Plantes.

(3) *Mém. de la Soc. géol.*, 1848, p. 350, 351.

fois cependant ces porphyres sont pénétrés par du quartz ; ainsi, par exemple, à Burth-Glas, dans le Merionethshire, ils ont des cellules qui sont complétement remplies par un quartz-silex grisâtre.

— Les *roches globuleuses* sont surtout très abondantes dans la Hongrie, notamment à Tolesva, à Tokay, à Koenigsberg : ces roches, qui sont des *trachytes*, des *porphyres molaires*, des *perlites*, des *obsidiennes*, sont toutes extrêmement riches en silice ; en outre, elles sont souvent pénétrées par des veinules de silice, qui présentent de nombreuses variétés de quartz, de silex, de calcédoine et même d'opale (1).

— Le *gisement* des *roches globuleuses* de l'Islande a été observé par M. E. Robert dans les montagnes de Baula, Rauda, Sirholt, Sandur et Hrafntinnuhriggur (2). Ces roches sont des *trachytes*, des *rétinites*, et quelquefois des *obsidiennes :* elles sont souvent associées, et elles présentent même des passages insensibles l'une à l'autre. Elles ont incontestablement une origine volcanique, bien qu'elles se soient fréquemment répandues sous forme de nappes.

Ces *roches globuleuses* de l'Islande appartiennent au groupe de celles que M. Bunsen désigne d'une manière générale sous le nom de *trachytes ;* elles sont toutes très riches en silice, car leur teneur moyenne en silice est de 76,67 pour 100 (3). Il importe d'ailleurs de remarquer que ces roches sont souvent traversées par des veines de calcédoine et de jaspe rouge ; c'est, par exemple, ce qui a lieu à Rauda : dans un assez grand nombre d'échantillons, j'ai même observé que les globules se sont surtout développés près de la salebande des filons de jaspe.

— Il est inutile de multiplier les exemples qui précèdent, et l'étude du *gisement* des *roches globuleuses* que nous avons décrites nous fait voir qu'elles sont le plus souvent pénétrées par des filons de silice, indépendamment de ce qu'elles peuvent contenir des grains de quartz hyalin, et de ce qu'elles sont elles-mêmes déjà très riches en silice ; cette silice est quelquefois accompagnée par du fer oligiste et par d'autres minéraux des filons ; elle se présente dans les *roches globuleuses* sous les états très variés de quartz hyalin, d'améthyste, de plasma, d'agate, de calcédoine, de silex, de jaspe, de cacholong, de demi-opale, d'opale, d'hyalite.

— Il importe d'ailleurs de remarquer que les *roches globuleuses* renferment le plus souvent un excès de silice, bien qu'elles soient elles-mêmes pauvres en silice ; c'est ce qu'il est facile de constater pour celles dont la structure globuleuse est la mieux caractérisée.

En effet, la *diorite orbiculaire* de Corse renferme du quartz, bien que la teneur en silice de son feldspath soit seulement de 49 pour 100. La *diorite* de Faymont, qui est aussi *orbiculaire* et dont le feldspath a une teneur en silice de 58 pour 100, renferme également beaucoup de quartz (4).

(1) Beudant, *Voyage en Hongrie*, t. III, p. 481. — G. Leonhard, *Die quartzführende Porphyre*, p. 156.

(2) Eugène Robert, *Voyage en Islande et au Groënland*, p. 249, 250, 278, 300.

(3) *Poggendorff Ann.*, t. LXXXIII, p. 204.

(4) *Ann. de ch. et de phys.*, 3e sér., t. XXIV. — *Annales des mines*, 4e sér., t. XVI, p. 356.

Les globules de la *variolite* de la Durance ont de même une teneur en silice qui est supérieure à celle du labrador ; car, dans un échantillon, je l'ai trouvée de 56 pour 100. On observe d'ailleurs assez souvent des veinules de quartz dans la *variolite*.

Le *basalte globuleux* du Hohenhagen, près de Gœttingue, renferme des globules qui, d'après MM. Hausmann et Schnedermann, sont formés de feldspath orthose; par conséquent, ce basalte a aussi une teneur en silice exceptionnelle ; il y a, du reste, entre la teneur en silice de sa pâte et entre celle de son orthose une différence du même ordre que celle qui existe entre la teneur en silice des feldspaths les plus silicatés et entre celle du quartz.

Enfin, lorsque la *minette* est *globuleuse*, ses globules se développent près de la salebande de ses filons, c'est-à-dire dans une partie de la roche dans laquelle le refroidissement a dû être rapide; mais il faut remarquer aussi que ces globules se trouvent généralement au contact de roches granitiques, dont la teneur en silice est toujours plus élevée que celle de la *minette*.

Cependant le *porphyre quartzifère* devient quelquefois *globuleux* dans des circonstances de *gisement* inverses de la précédente, et lorsqu'il se trouve au contact de roches dont la teneur en silice est moins élevée que la sienne. C'est ce qui a lieu, par exemple, à la Guette (Côte-d'Or), où M. G. de Nerville a observé un *porphyre quartzifère*, qui est injecté dans un granite porphyroïde peu riche en silice ; près de sa salebande et sur une épaisseur de $0^{m},40$ environ, ce porphyre a pris néanmoins une structure rubannée et globuleuse. Mais il est facile de constater que ce *porphyre quartzifère* est lui-même riche en silice, surtout à sa salebande ; par conséquent, il est probable que, dans l'éruption, la silice se sera concentrée vers la salebande du filon.

On comprend d'ailleurs que, dans certains cas, une simple action de contact aurait pu suffire pour développer dans une roche la structure globuleuse.

— L'étude du *gisement des globules* nous montre donc qu'une *roche globuleuse* contient généralement une quantité de silice bien supérieure à celle qui est nécessaire au feldspath qui lui sert de base ; cet *excès de silice* qui provient souvent de filons siliceux ayant complétement pénétré la roche, a gêné la cristallisation normale du feldspath et a déterminé sa réunion en globules.

En outre, les roches silicatées, pauvres ou riches en silice, qui ont une structure globuleuse, présentent toujours quelque anomalie dans leur composition chimique ; quand cette anomalie disparaît, elles reprennent la structure porphyrique, et il n'est pas rare de voir la structure globuleuse et la structure porphyrique réunies sur le même échantillon.

— Dans la *première partie* de ce Mémoire, j'ai étudié la *composition*, la *structure*, le *gisement* des globules, et je me suis borné autant que possible à l'observation immédiate des *faits*.

Mais il importe maintenant de coordonner tous ces *faits* et de les relier entre

eux par une *théorie :* c'est le but que je me propose dans la *deuxième partie* de ce Mémoire, dans laquelle je vais exposer une *théorie générale de la formation des globules.*

THÉORIE GÉNÉRALE DE LA FORMATION DES GLOBULES.

Tous les *globules* qui ont été décrits dans ce Mémoire, qu'ils soient *normaux* ou *anormaux*, contiennent soit des feldspaths, soit une pâte feldspathique.

Or, lorsque la roche était à l'état liquide, on comprend que les molécules de feldspath ont dû commencer par se réunir entre elles, en vertu de l'attraction qu'elles exerçaient les unes sur les autres. Dans des roches ordinaires, ces molécules auraient formé des cristaux plus ou moins gros de feldspath sur tous les points où elles se sont agglomérées; dans les *roches globuleuses*, elles ont formé des globules, c'est-à-dire des groupements plus ou moins réguliers d'aiguilles feldspathiques.

Des causes exceptionnelles ont donc empêché la cristallisation normale du feldspath; parmi ces causes, il faut placer en première ligne l'excès de silice de la roche.

On comprend, en effet, que la présence d'un excès de silice dans une roche, qui est déjà très riche en silice lorsque sa composition est normale, a nécessairement dû gêner la cristallisation du feldspath; par suite, lorsque cette roche s'est solidifiée, il s'est passé quelque chose d'analogue à ce qu'on observe dans les dissolutions salines, qui se prennent en masse radiée ou globuleuse quand elles sont mélangées à d'autres substances.

On conçoit également que la grande richesse en silice de la roche ait encore donné lieu à une solidification trop rapide, ou bien qu'elle ait empêché cette roche d'arriver à un degré de fluidité suffisant, pour que les cristaux de feldspath pussent s'y développer facilement.

Enfin, on doit aussi regarder comme une des causes de la formation des globules, la répulsion exercée entre le feldspath et la pâte très siliceuse qui l'accompagnait. En effet, jetons les yeux sur la figure 11, pl. II, qui nous montre un globule à structure cristalline très peu développée, et dans lequel le feldspath *n* et la silice *q* sont encore tels qu'ils étaient à l'état liquide et avant la solidification de la roche; nous voyons que ces deux substances tendaient alors à s'isoler complètement l'une de l'autre, à peu près comme de l'eau et de l'huile; par conséquent il y avait entre elles une répulsion mutuelle. Mais cette répulsion a pu dans certains cas être supérieure aux forces moléculaires, qui tendaient à former des cristaux de feldspath; comme d'ailleurs elle s'exerçait également et normalement sur toute la surface des agglomérations, on comprend que ces agglomérations feldspathiques devaient par cette cause seule se réunir en globules se rapprochant de la forme sphérique.

Globules normaux.

Je m'occupe maintenant d'une manière spéciale de la *formation* des *globules normaux*, et je me propose de rechercher quel est l'ordre dans lequel se sont solidifiées leurs différentes parties.

Il importe d'abord de remarquer à ce sujet que la solidification des globules a généralement été instantanée, comme celle des cristaux qui se développent dans un liquide qui est près de repasser à l'état solide.

En outre, l'ordre dans lequel se sont solidifiés le feldspath ou la pâte feldspathique et le quartz, n'est pas constant dans une même roche; car, quand le globule ne contient pas de cristaux indépendants, la solidification du feldspath et de la pâte feldspathique a eu lieu la première, tandis qu'au contraire, quand le globule contient des cristaux indépendants de quartz hyalin, la solidification de ce quartz a eu lieu avant la solidification complète de la pâte feldspathique.

Cela posé, prenons comme exemple les globules de la pyroméride de Corse, et notamment le globule représenté figure 7, pl. I, qui peut être considéré comme un type résumant les caractères des *globules normaux*.

On voit que ce globule est très nettement séparé de la roche enveloppante. Sa circonférence présente des *zones* feldspathiques, qui sont d'abord mélangées de quartz et formées par une pâte feldspathique très siliceuse *n'*: à mesure qu'on s'éloigne de la circonférence, ces *zones* sont d'ailleurs de moins en moins mélangées de silice. La solidification du globule a donc commencé par ces *zones* feldspathiques, car, indépendamment de ce qu'elles sont formées de feldspath très impur, elles ont visiblement servi de support aux *aiguilles* feldspathiques *convergentes*.

Ces *aiguilles convergentes* se sont implantées par leur base sur la *zone* intérieure déjà solidifiée à la circonférence, et elles se sont développées suivant les rayons du globule, leur pointe étant dirigée vers le centre.

Les *aiguilles divergentes*, qui ont ordinairement la forme de fuseaux, ont rempli les interstices laissés par les *aiguilles convergentes* autour desquelles elles se sont elles-mêmes modelées : dans le globule dont nous nous occupons spécialement (fig. 7, pl. I), elles sont implantées par une de leurs extrémités sur un *noyau* central, qui est formé par une pâte feldspathique zonée et très siliceuse *n'*.

La solidification des *globules normaux*, à *aiguilles convergentes* et *divergentes*, a donc généralement commencé à la circonférence, et, par suite, les aiguilles feldspathiques ont cristallisé comme dans un vase fermé qui aurait eu la forme du globule ; elles se sont développées à la fois de la circonférence vers le centre et du centre vers la circonférence.

La silice servait, en quelque sorte, d'eau-mère, et elle a rempli tous les interstices entre les *aiguilles* et entre les *zones* feldspathiques : elle s'est solidifiée après le feldspath de même que dans le granite.

Les *aiguilles convergentes* ont repoussé la silice vers le centre, tandis que les *aiguilles divergentes* l'ont repoussée vers la circonférence ; c'est ce qui explique pourquoi la silice est plus ou moins rapprochée du centre, suivant que les *aiguilles convergentes* sont plus ou moins grandes.

Tantôt cette silice s'est séparée à l'état de quartz hyalin qu'on observe surtout entre les *aiguilles ;* tantôt elle a été assez abondante pour gêner la cristallisation en *aiguilles* de la pâte feldspathique qui restait, et elle forme avec cette dernière un *noyau* feldspathique très siliceux qui est au centre du globule.

Si l'on considère une *aiguille* en particulier, notamment l'une de celles représentées sur la figure 7, pl. I, on peut voir qu'elle contient habituellement dans son intérieur du quartz *q*, ou du moins de la silice plus ou moins impure ; la solidification d'une seule *aiguille* s'est donc opérée absolument de la même manière que celle du globule entier, ou que celle des petits globules représentés figure 11, pl. II : cette solidification a commencé à la circonférence, et la silice, enveloppée dans la capsule ainsi formée, a été repoussée vers l'intérieur de l'*aiguille*.

Le globule, figure 7, pl. I, dont nous venons d'étudier la *formation*, est complexe, et il se compose, en réalité, de deux globules bien distincts : l'un à *aiguilles convergentes*, l'autre à *aiguilles divergentes*.

Lorsqu'un globule est simple et à *aiguilles convergentes*, il résulte de ce qui vient d'être dit, que sa solidification a commencé à la circonférence.

Lorsqu'un globule est simple et à *aiguilles divergentes*, il est probable que sa solidification a eu lieu simultanément sur toute la longueur de son rayon, ou qu'elle s'est propagée du centre vers la circonférence ; ce dernier cas paraît s'être présenté pour les *aiguilles* feldspathiques de la figure 4, pl. II, ainsi que pour celles de la figure 5, pl. II, qui se sont groupées autour d'un noyau central.

On peut remarquer cependant que, même dans le globule simple d'Oppenau qui est représenté par la figure 3, pl. I, la solidification s'est propagée de la circonférence vers le centre. Si l'on cherche, en effet, à se rendre compte de la formation de ce globule d'après l'étude de sa structure, on voit qu'au moment où il s'est solidifié, chacune de ses molécules était soumise au moins à l'action de deux forces. La première, qui résultait de la cristallisation, émanait du centre du globule, et allait en diminuant avec la distance au centre ; c'était une force *centrifuge*. La deuxième résultait de la répulsion mutuelle du feldspath et de la calcédoine ; elle agissait normalement à la surface du feldspath, et par suite à la circonférence du globule : elle devenait une force *centripète*.

On conçoit que les molécules de feldspath devaient être repoussées à une distance du centre telle, que la force *centrifuge* diminuât jusqu'à devenir égale à la force de répulsion mutuelle, ou à la force *centripète ;* cette distance est mesurée par le rayon du globule. On conçoit aussi que les molécules de feldspath tendaient à s'agglomérer à la circonférence du globule, figure 3, pl. I, et à y former une

couronne continue, comme cela a lieu dans les globules à aiguilles convergentes. Mais le globule, qui était complétement entouré de calcédoine pure, ne pouvait s'augmenter par une addition de feldspath pris en dehors de sa circonférence, et, d'un autre côté, les mouvements du feldspath vers la circonférence n'étaient possibles qu'autant que ce feldspath était encore fluide dans le centre du globule ; par conséquent, même dans le globule simple et à *aiguilles divergentes*, qui est représenté par la figure 3, pl. I, la solidification s'est propagée de la circonférence vers le centre.

Lorsqu'un globule présente à la fois la structure rayonnée et la structure zonée sur toute la longueur de son rayon (fig. 14 et 17, pl. II), il n'est plus possible d'établir un ordre dans la solidification de ses différentes parties ; il est visible que les forces moléculaires qui ont formé le globule, ont orienté en même temps toutes ses parties autour de son centre ; par conséquent, la solidification de ce globule a eu lieu comme celle d'un cristal unique, et elle a été simultanée.

—La netteté des globules de la pyroméride permet de vérifier facilement ce qui vient d'être dit sur la *formation* des globules ; mais les considérations qui précèdent sont générales, et elles s'appliquent à tous les globules feldspathiques qui ont été étudiés : elles sont d'ailleurs indépendantes de la nature du feldspath et de la richesse en silice de la roche.

Ainsi, par exemple, bien que la variolite de la Durance soit pauvre en silice et bien que son feldspath appartienne au sixième système (1), ses globules présentent les mêmes variétés de structure que les globules de la pyroméride qui est très riche en silice et qui a pour base du feldspath orthose.

Il est facile de s'en convaincre en jetant les yeux sur les trois globules représentés par les figures 18, 19, 20, pl. II, qui montrent bien la structure des globules de la variolite : on voit, en effet, que les aiguilles feldspathiques ont encore repoussé, soit vers la circonférence (fig. 20), soit vers le centre (fig. 19), la pâte impure enveloppée par les globules : aussi observe-t-on généralement à l'intérieur de ces globules une tache de couleur foncée qui a la forme d'une zone (fig. 20), ou le plus souvent celle d'un cercle central (fig. 19). En outre, dans le globule de la figure 19, pl. II, qui est à *aiguilles convergentes*, la solidification a eu lieu de la circonférence vers le centre; dans le globule de la figure 18, pl. II, qui est à *aiguilles divergentes*, la solidification a eu lieu du centre vers la circonférence ; dans le globule de la figure 20, pl. II, qui est à la fois à *aiguilles convergentes* et *divergentes*, la solidification a eu lieu à peu près simultanément à la circonférence et au centre, mais toutefois elle a commencé à la circonférence.

— La *formation* des globules à structure fendillée et entrelacée, tels que ceux qui sont représentés figure 5, pl. I, est d'ailleurs exceptionnelle, et elle est

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XVII, p. 116.

visiblement subordonnée à des retraits; je ne m'occuperai donc de leur *formation* que quand j'étudierai la contraction dans les globules.

Globules anormaux.

Lorsque les *globules* sont *anormaux*, il est plus difficile d'expliquer leur *formation;* je vais toutefois proposer quelques conjectures basées sur les caractères minéralogiques et chimiques et surtout sur la structure de ces globules.

Les *globules anormaux* résultent aussi de la force d'affinité et de la tendance d'un feldspath à cristalliser, mais cette tendance était beaucoup plus faible que dans les globules normaux; aussi les *globules anormaux* sont-ils très irréguliers et doivent-ils être regardés comme des concrétions, dans lesquelles il s'est seulement formé des fibres feldspathiques. La tendance à cristalliser était même assez faible pour que des cristaux indépendants de quartz hyalin et de feldspath pussent toujours se développer dans l'intérieur du globule sans s'orienter relativement à son centre : ainsi que je l'ai déjà fait observer antérieurement, ces cristaux indépendants se sont, en effet, développés dans le globule comme s'il n'existait pas, et comme ils se seraient développés dans la pâte d'un porphyre.

Formation des cavités.

D'après la définition que nous en avons donnée, les *globules anormaux* sont caractérisés par des *cavités* dont il reste maintenant à expliquer la *formation*.

Or les *cavités* les plus fréquentes dans ces globules sont celles qui sont représentées par la figure 1, pl III : elles sont très grandes, et leur volume est souvent une proportion très notable du volume du globule; elles sont d'ailleurs tantôt arrondies et zonées, tantôt anguleuses et étoilées : dans ce dernier cas, elles sont, en outre, centrales, et leur convexité est généralement tournée vers le centre du globule. Il me paraît résulter de leurs caractères qu'elles ne peuvent être attribuées qu'à des phénomènes de retraits tels que ceux sur lesquels M. Constant Prévost a depuis longtemps appelé l'attention des géologues (1). Ces *cavités* ont donc été produites par une *contraction;* en sorte que l'étude de leur *formation* revient en réalité à l'étude de la *contraction* du globule.

On peut d'ailleurs se demander si la *contraction* du globule a eu lieu lorsqu'il était *solide*, *liquide* ou *gazeux?* Par conséquent, il est nécessaire de rechercher, d'une manière générale, quelles sont les *contractions* qui s'opèrent dans un globule supposé à l'*état solide*, à l'*état liquide* ou même à l'*état gazeux*.

Contraction à l'état solide.

Je commence par étudier la *contraction* qui s'opère dans le globule lorsqu'il est à l'*état solide*, et lorsqu'il passe de l'état liquide à l'*état solide*.

(1) Constant Prévost : *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires*, p. 146 et suiv.

Cette *contraction* résulte, 1° du refroidissement, 2° de la cristallisation, 3° du changement d'état.

Or il est facile de reconnaître que la *contraction à l'état solide* résultant de ces trois causes réunies doit être petite et assez régulière.

Cette *contraction* doit être petite ; en effet, 1° le retrait, résultant du refroidissement d'un silicate, est lui-même extrêmement petit ; 2° la variation de volume, résultant du passage d'un silicate fondu de l'état liquide à l'état solide, est également petite ; 3° le retrait, résultant du passage d'un silicate de l'état vitreux à l'état cristallin, ne dépasse guère 0,1 du volume de ce silicate, lors même qu'il est très riche en silice (1).

Cette *contraction* doit de plus être jusqu'à un certain point régulière ; car les retraits desquels elle provient s'exercent quelquefois lentement, et en tout cas symétriquement sur toutes les parties du globule.

Les *cavités* produites par la *contraction à l'état solide* sont donc petites et assez régulières.

— Cela posé, je recherche quelles sont parmi les *roches globuleuses* celles dans lesquelles on trouve la trace d'une *contraction à l'état solide?*

Or les perlites et les rétinites sont souvent fendillés et traversés dans tous les sens par des fissures très fines et très nombreuses ; il est donc visible que ces fissures résultent d'une *contraction* qui a eu lieu lorsque ces roches étaient déjà au moins en partie à l'*état solide*.

On peut observer, en effet, que les globules des perlites et des rétinites, desquels il est question ici, ne sont pas rayonnés, qu'ils ne présentent pas la régularité et l'orientation des autres globules normaux, qu'ils ont souvent des formes aplaties et très bizarres ; par conséquent leur tendance à cristalliser était certainement très faible. En outre, ces globules s'entrelacent l'un l'autre, de telle sorte que chaque globule enveloppe un nombre indéfini de globules plus petits qui sont tous tangents entre eux ; de plus, ils sont tangents aux fissures très irrégulières, sur les parois desquelles ils se sont modelés très exactement, comme on peut le voir sur la figure 5, pl. I, et sur le croquis page 309. Ces globules se sont donc formés lorsque la roche était déjà assez solide pour se fendiller ; par conséquent, bien que les perlites et les rétinites contiennent des globules qui, comme la marekanite, sont eux-mêmes très irréguliers, et qui cependant résultent uniquement de la cristallisation ou d'actions moléculaires (2), il me paraît que, dans les globules offrant les caractères que je viens de signaler, le centre de figure est en même temps un centre de cristallisation et un centre de *contraction*.

Il faut remarquer d'ailleurs que la *contraction* seule suffit pour donner la

(1) *Bulletin de la Société géologique* (1847), 2e série, t. IV, p. 1380.
(2) Haidinger, *Handbuch der bestimmenden Mineralogie*.— Voir p. 294, fig. 461.

structure globuleuse; en effet, cette structure s'observe dans des roches compactes et non cristallines, telles que les houilles et les grès, dans lesquelles elle ne saurait aucunement être attribuée à la cristallisation.

Ainsi la *contraction à l'état solide* a donné aux perlites et aux rétinites leur structure fendillée, et de plus elle a contribué à leur donner la structure globuleuse entrelacée qui les caractérise.

— La *contraction à l'état solide* a quelquefois produit des *cavités* dans les globules; on peut citer, comme exemple, les *cavités* zonées et concentriques qui s'observent à l'intérieur de certains globules rayonnés de l'Esterel et de l'Islande; on peut citer surtout les *cavités*, tantôt vides et tantôt remplies par de la silice, qui se trouvent généralement à la circonférence des globules, et qui permettent de les détacher facilement de la pâte qui les enveloppe.

En résumé, la *contraction* qui s'est opérée dans les globules, à partir de leur passage à l'*état solide*, a produit, soit dans les *globules normaux*, soit dans les *globules anormaux*, des *cavités* petites et assez régulières qui s'observent surtout à leur circonférence; mais elle n'a pas produit les *cavités* caractéristiques des *globules anormaux* qui se trouvent généralement à leur centre, qui sont très grandes, irrégulières et bien distinctes des précédentes.

Il résulte, en effet, de ce qui précède que ces *cavités* caractéristiques des *globules anormaux* n'ont pu se former que par une *contraction* à l'*état* pâteux ou *liquide*, ou même à l'*état gazeux*.

Contraction à l'état liquide.

La *contraction à l'état liquide*, qui a produit les *cavités* de la plupart des *globules anormaux*, est tellement considérable qu'il faut nécessairement admettre que ces globules ont perdu par volatilisation une partie des substances qui les composaient : or l'eau est à peu près la seule substance volatile dont on puisse supposer l'existence dans tous les globules.

Mais la volatilisation de cette eau a-t-elle été lente ou rapide? A-t-elle eu lieu à la température ordinaire, c'est-à-dire par *dessiccation*, ou bien à une température élevée, c'est-à-dire par *fusion?*

C'est ce que je me propose maintenant d'examiner, et, à cet effet, avant de m'occuper spécialement des globules, je vais d'abord étudier la *contraction par dessiccation* dans différentes roches.

— *Dessiccation.* — Il est facile de constater que la *dessiccation* a souvent produit soit dans les *roches d'origine aqueuse*, soit dans les *roches d'origine ignée*, des *cavités* qui ressemblent beaucoup à celles des *globules anormaux*.

Concrétions. — Les *roches d'origine aqueuse*, par exemple, renferment très fréquemment des *concrétions* qui ont une structure tout à fait analogue à celle des globules, et qui peuvent par conséquent se diviser de même en *concrétions*

normales et *anormales ;* tantôt, en effet, ces *concrétions* n'ont pas de cavités, et elles sont *normales ;* tantôt, au contraire, elles ont des cavités, et alors elles sont *anormales.*

Les *concrétions* ont quelquefois été formées par une agglomération accidentelle ou par un dépôt successif de couches concentriques; le plus souvent cependant, elles ont été formées par la force d'affinité de l'une ou de l'autre des substances qu'elles contiennent : la *formation des concrétions* est donc tout à fait analogue à celle des *globules.*

Les substances minérales qui constituent les *concrétions* sont très variées, mais je me contenterai de distinguer les *concrétions argileuses*, *siliceuses*, *calcaires* et *diverses.* Je citerai d'ailleurs les exemples suivants comme les types les plus remarquables pour chacune de ces *concrétions :*

1° *Concrétions argileuses :* les *septaria* de l'argile de Londres, les rognons marneux avec strontiane sulfatée de Montmartre, les pierres cloisonnées, les *ludus naturæ* et *Helmontii* (1).

2° *Concrétions siliceuses :* les quartz, notamment les quartz bruns et zonés de l'Égypte dans les cavités desquels il s'est développé des cristaux de quartz hyalin, les silex creux et résonnants, si abondants dans les divers terrains, et surtout dans la craie (2), ainsi que les *klappersteine* qu'on trouve dans la craie de l'île Moen (3).

3° *Concrétions calcaires :* les pisolites, les priapolites de Castres, les *kupstein* du Lœss (4), les calcaires tuberculaires, globulifères et oolitiques.

4° *Concrétions diverses :* les *concrétions ferrugineuses*, telles que les rognons de fer carbonaté argileux, les aétites, les nodules ferrugineux creux et allongés du département de la Sarthe, les minerais de fer en grains ou en plaquettes; les *concrétions cuprifères*, telles que les boules de cuivre carbonaté de Chessy.

Les *concrétions* que je viens d'énumérer sont plus spécialement celles qui ont des *cavités* ou celles qui sont *anormales :* leurs *cavités* résultent d'une *contraction à l'état liquide*, qui a eu lieu lorsqu'elles étaient liquides ou tout au moins pâteuses.

Quelle que soit la nature d'une *concrétion anormale*, il est facile de constater que souvent ses *cavités* ressemblent beaucoup aux *cavités* des *globules anormaux;* j'observerai que cela a même lieu pour les *cavités* des *concrétions calcaires.*

En effet, jetons les yeux sur la figure 12, pl. III, qui représente une *concrétion calcaire* blanc jaunâtre *y* provenant de Martres (Pyrénées) : il est visible que, dans

(1) Romé de l'Isle, *Cristallographie*, 2e édit., t. I, p. 565 ; t. II, p. 136.

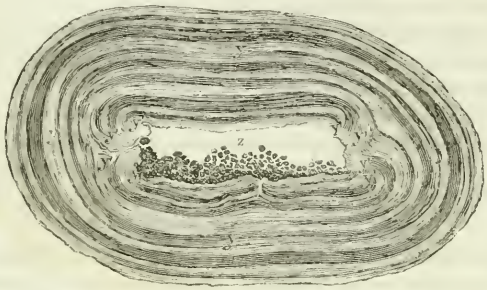
(2) A. Gaudry, *Thèse de géologie sur l'origine et la formation des silex de la craie*, p. 17.

(3) Puggard, *Geologie der Insel Moen*, p. 12. L'*Achilleum resonans* est une *concrétion siliceuse anormale.*

(4) Les *Kupstein* de Lœss, dans les environs de Bonn, contiennent 67 pour 100 de carbonate de chaux et 31 pour 100 d'argile : on les désigne sous le nom de *Læsskindchen*, *Mannchen*, *Puppchen.* (Von Dechen, *Geognostische Beschreibung des Siebengebirges am Rhein*, p. 256 et 257.)

l'intérieur de cette *concrétion*, il s'est produit par *dessiccation* une *contraction à l'état liquide*, par suite de laquelle il s'est formé des *cavités* anguleuses, qui rappellent les *cavités* des *globules anormaux ;* en outre, il est visible que, postérieurement, ces *cavités* ont été remplies par une chaux carbonatée blanche et spathique *z*, bien distincte de la chaux carbonatée blanc jaunâtre *y*, qui constitue la *concrétion*.

Les *concrétions calcaires* du Mont-Bijoux, près de Castres, qui, d'après M. Cordier, appartiennent à la mollasse, sont surtout très remarquables par leurs grandes dimensions et par la variété de leurs formes. La coupe longitudinale, réduite au tiers, d'une de ces *concrétions anormales*, est représentée par la figure ci-dessous :



On voit que cette *concrétion* a la forme d'un volume de révolution autour d'un axe ; cet axe *xx* consiste en argile et en petits grains calcaires, qui ont été réunis et encroûtés par une première couche de calcaire ; autour de cette couche, il s'est successivement déposé un grand nombre de couches concentriques et très régulières d'un calcaire argileux et gris jaunâtre *y*. Puis lorsque la croûte extérieure de la *concrétion* était déjà consolidée, le calcaire argileux *y* a éprouvé une *contraction* par *dessiccation*. Comme l'a fait observer M. Constant Prévost, cette *contraction* s'est exercée du centre vers la circonférence ; de plus, il est aisé de reconnaître qu'elle a été beaucoup plus grande perpendiculairement à l'axe *x x* de la *concrétion* que parallèlement à cet axe : en effet, il est évident qu'une *cavité* s'est formée dans le centre de la *concrétion*, et que les couches les plus rapprochées de l'axe ont seules été déchirées aux divers points marqués *y'* ; en outre, la figure montre bien que ces couches ont été déchirées par une *contraction* perpendiculaire à l'axe, et qu'elles se sont racornies sur elles-mêmes, surtout aux deux extrémités de cet axe.

On conçoit d'ailleurs que la chaux carbonatée blanche et spathique *z*, qui remplit la *cavité* centrale, a nécessairement été introduite postérieurement et par infiltration.

La *concrétion*, qui est représentée par la figure précédente, peut être considérée comme une pisolite gigantesque ; car on trouve souvent la même structure dans les *concrétions* des calcaires pisolitiques : dans le calcaire pisolitique des environs de Paris notamment, la *cavité* centrale est quelquefois très grande, et elle n'a pas toujours été complétement remplie par de la chaux carbonatée cristallisée.

Les *concrétions* qui ont été énumérées précédemment sont trop connues pour qu'il soit nécessaire d'insister plus longuement sur leur *formation* et sur la *formation* de leurs *cavités* : je me contenterai donc de faire observer que les *roches d'origine aqueuse* contiennent des *concrétions* qui sont *argileuses*, *siliceuses*, *calcaires* ou *diverses* ; celles de ces *concrétions* qui sont *anormales* peuvent présenter des *cavités* qui ressemblent beaucoup à celles des globules, et qui résultent visiblement d'une *contraction par dessiccation* ; cette *dessiccation* a été lente, et elle a eu lieu à la température ordinaire, lorsque les *concrétions* étaient encore molles, ou à un état pâteux déjà très voisin de l'état solide.

Mais il importe de remarquer qu'on retrouve des traces de *contraction par dessiccation* jusque dans des *roches d'origine ignée*.

En effet, l'étude des *agates*, et, en général, celle des *amygdaloïdes* des mélaphyres, montre qu'à partir de leur circonférence ces *amygdaloïdes* sont habituellement formées par de l'opale *c'*, à laquelle succèdent des zones parallèles et concentriques de calcédoine *c* ; c'est sur cette calcédoine que se sont implantés ensuite des cristaux de quartz hyalin *s* (fig. 13, pl. III) (1). Or toutes les parties de l'*amygdaloïde*, qui ont été remplies par le quartz hyalin *s*, présentent souvent des formes anguleuses qui rappellent complétement les *cavités* dues à une *contraction par dessiccation* dans les concrétions précédentes. Dans plusieurs *amygdaloïdes* qui étaient à peu près sphériques, notamment dans celles des roches ignées du Vicentin, j'ai même observé des *cavités* anguleuses et vides dont les formes étaient identiques à celles des *cavités* des *globules anormaux* représentés figures 1 et 2, pl. III ; par conséquent l'eau a joué un rôle dans la formation des *amygdaloïdes* et dans la formation des *roches d'origine ignée*.

Il est d'ailleurs facile de s'en rendre compte, car les cellules d'abord vides du mélaphyre ont vraisemblablement été remplies par de la silice qui formait avec de l'eau une sorte de gelée, suivant l'hypothèse admise par Al. Brongniart et de Buch (2). Dans certains cas, cette silice paraît avoir été assez condensée pour n'é-

(1) Breithaupt, *Paragenesis der Mineralien*, p. 101. — Kengott, *Ueber die Achotmandeln ; Naturwissenschaftliche Abhandlungen*, von W. Haidinger, t. IV, p. 71. Dans ce dernier mémoire, les figures 4, 5, 6, 14, 15, montrent bien que la calcédoine des amygdaloïdes a éprouvé des retraits qui ont formé des cavités anguleuses, dans lesquelles il s'est ensuite développé différents minéraux cristallins, et notamment du quartz hyalin.

Parmi les publications les plus importantes qui, dans ces derniers temps, ont été faites à l'étranger sur les amygdaloïdes, on peut encore citer celles de MM. Leydolt, Haidinger, Bunsen, Dana, Nœggerath.

(2) Mémoires déjà cités.

prouver aucune *contraction;* l'*amygdaloïde* est alors formée jusqu'à son centre par de la calcédoine, qui appartient souvent à la variété appelée cacholong : tantôt cette calcédoine est entièrement compacte, tantôt elle présente des zones concentriques.

Dans d'autres cas, la matière siliceuse était, au contraire, très fluide; par suite elle s'est déposée au fond des cellules dans l'intérieur desquelles elle a pénétré, et elle a obéi à l'action de la pesanteur; sa surface supérieure est alors terminée par un plan horizontal. Cette particularité remarquable de la formation des *amygdaloïdes* s'observe très bien à la chaussée des Géants; en effet, j'y ai fréquemment trouvé des *amygdaloïdes* en partie remplies par une calcédoine grisâtre, dont la partie supérieure était terminée par un plan : ce plan n'était pas toujours horizontal, parce que la roche qui contenait l'*amygdaloïde* avait été déplacée; mais dans les *amygdaloïdes* voisines tous les plans étaient parallèles entre eux : ils représentaient donc la surface horizontale suivant laquelle le dépôt de la silice avait eu lieu dans les *amygdaloïdes.*

Dans le plus grand nombre des cas, il est vrai, la silice n'a pas été assez fluide pour obéir à l'action de la pesanteur; mais elle devait cependant, comme l'a fait remarquer M. Breithaupt, retenir une certaine quantité d'eau qu'elle a perdue postérieurement; par suite elle a éprouvé une *contraction* qui a donné lieu à des *cavités,* surtout dans le centre de l'*amygdaloïde.* Ce sont ces *cavités* qui ont ensuite été remplies soit partiellement, soit complétement, par des cristaux de quartz hyalin ou bien par différents minéraux.

Les *cavités* produites par *contraction* dans les *amygdaloïdes* ont toutefois des formes spéciales; elles ne sont pas cloisonnées et irrégulières comme celles des *septaria;* de plus, elles sont limitées par des surfaces bien arrondies. Il est probable que cela tient à ce que la roche qui contient les *amygdaloïdes* étant très compacte, l'eau n'a pu se dégager qu'avec beaucoup de lenteur, et à ce que la silice était encore à un certain état de fluidité au moment de la *contraction :* or on sait que la silice a, par sa force d'affinité, une grande tendance à se réunir en globules zonés; ainsi le globule représenté figure 3, pl. II, donne un exemple d'un globule zoné qui est uniquement formé par de la silice. La calcédoine a aussi cette tendance, et soit dans les filons, soit dans les agates, elle se groupe suivant des zones concentriques très nettes. Les *retraits* de l'*amygdaloïde* s'opérant avec lenteur, on conçoit donc que les attractions moléculaires se soient exercées, et qu'elles aient donné lieu à des zones concentriques de calcédoine, ayant des couleurs et des compositions différentes.

Quelquefois il est d'ailleurs très difficile de distinguer ces zones, des couches qui se sont formées par des dépôts successifs ou par infiltration.

Je ne m'étendrai pas plus longuement sur la formation des *amygdaloïdes*, qui peut présenter des circonstances extrêmement variées; mais ce qui vient d'être dit suffit pour faire voir que les *amygdaloïdes* des *roches d'origine ignée* présentent aussi des traces de *contraction par dessiccation.*

Ainsi, en résumant ce qui précède, nous voyons que les *concrétions* dans les *roches d'origine aqueuse*, ainsi que les *amygdaloïdes* dans les *roches d'origine ignée*, ont souvent subi une *contraction par dessiccation* qui est due à l'évaporation lente de l'eau, et qui a produit des *cavités* dans leur intérieur.

Fusion. — Toutefois, bien que les cavités des *globules anormaux* ne diffèrent pas beaucoup des précédentes, il ne me paraît pas possible de les attribuer à une *contraction par dessiccation*, mais bien à une *contraction par fusion*.

Il faut remarquer, en effet, que les cristaux indépendants ne portent absolument aucune trace de la *contraction* qui s'est opérée dans les *globules anormaux*. Parmi ces cristaux, on peut citer notamment les cristaux de quartz, d'orthose, de feldspath du sixième système et d'amphibole. (Voyez les planches III et IV, et le globule d'Islande représenté page 323.)

Or, bien que ces cristaux soient très fréquents dans les *globules anormaux*, il ne m'a pas été possible d'en trouver un seul qui eût été séparé ou même déformé par les déchirures résultant de la *contraction;* de plus, lors même que ces cristaux sont minces et allongés, ce qui les rend, par conséquent, très faciles à briser, lors même qu'ils se trouvent sur les bords des *cavités*, c'est-à-dire près du centre du globule ou dans celles de ses parties dans lesquelles le déplacement produit par la *contraction* a été le plus considérable, on n'y voit pas une seule rupture qui soit en relation avec les contours ondulés des *cavités*.

J'ai fait observer d'ailleurs que dans la pâte des *globules anormaux* de Raudà, dans lesquels les *cavités* sont cependant très grandes, il s'est quelquefois développé de petits globules indépendants qui sont parfaitement sphériques page 324; ces petits globules n'ont donc pas subi la *contraction* qui a produit les *cavités* des *globules anormaux*, car son irrégularité les aurait nécessairement brisés ou tout au moins rendus elliptiques.

Les faits importants qui viennent d'être signalés nous autorisent à admettre que les cristaux ainsi que les globules indépendants sont postérieurs à la *formation des cavités*.

Bien que des cristaux puissent quelquefois se développer dans certaines roches sans qu'elles soient amenées à l'état de *fusion*, on comprend que le quartz, les feldspaths et l'amphibole, qui sont les minéraux constituants des roches contenant les globules, n'ont pu cristalliser que lorsque ces globules étaient encore à un certain état de fluidité; par conséquent, on peut assigner une date à la *formation des cavités :* elle a eu lieu pendant la *fusion* ignée des *globules anormaux* et avant leur complète solidification. La *contraction* qui a produit les *cavités* n'est donc pas une *contraction* par *dessiccation*, mais bien plutôt une *contraction* par *fusion*.

Globules anormaux par contraction. — Il reste maintenant à rechercher la cause de cette *contraction* par *fusion*, qui s'est produite lorsque le globule était encore à l'*état liquide;* et ici nous trouvons un champ très vaste ouvert aux hypothèses.

On peut remarquer d'abord qu'en réalité la pâte feldspathique très siliceuse

qui constitue les *globules anormaux* s'est plutôt pelotonnée et agglomérée en concrétions qu'elle n'a cristallisé en globules : le plus souvent, en effet, les *globules anormaux* n'ont pas la structure rayonnée et concentrique ; ils ne se sont pas développés symétriquement autour d'un centre, mais ils sont extrêmement irréguliers et rarement sphériques. De plus, ces globules sont très fréquemment accolés en forme de grappes ou de chapelets, comme on le voit par les figures 5, 6, 11, 12, 13, 16, pl. IV; il semble même qu'une partie de la matière qui les composait tendait à s'échapper des globules en voie de se former, comme aurait pu le faire une subtance volatile : ils rappellent, en un mot, les *globules anormaux* par *expansion*, dont la formation est intimement liée à celle des cellules.

D'un autre côté, si l'on considère un globule liquide et à l'état de fusion ignée, il peut s'y produire une *contraction* par *fusion* résultant des réactions chimiques mutuelles exercées par les substances qui le composent ; mais il ne peut s'y produire une *contraction* donnant lieu à des *cavités* telles que celles des *globules anormaux* qu'autant que l'une des substances du globule est volatile, et qu'il lui est possible de se dégager.

En outre, si l'on examine les *cavités* des *globules anormaux*, on voit que, bien qu'elles soient anguleuses, elles ont des surfaces arrondies ; ces surfaces tournent même quelquefois leur concavité vers le centre des *cavités* : c'est, par exemple, ce qu'on peut très bien observer sur le globule fig. 3, pl. III. Il paraît donc que dans certains cas la pâte du globule était encore assez molle pour prendre des formes arrondies ou même concaves ; or ces formes accusent visiblement une pression exercée par une substance volatile qui se trouvait à l'intérieur des *cavités* et qui tendait à se dégager. Dans les *globules anormaux* par *contraction*, il est donc probable que la formation des *cavités* a été accompagnée d'un dégagement de substance volatile.

Comme rien n'autorise à supposer que les oxydes de ces globules se trouvaient d'abord à un état d'oxydation plus élevé, et qu'il y a eu un dégagement d'oxygène, on doit conclure de ce qui précède que les *cavités* des *globules anormaux* ont été produites par une *contraction* résultant d'une volatilisation d'eau qui aurait eu lieu à une température élevée, et même pendant que le globule était encore à l'*état liquide*.

Au premier abord, il semble paradoxal d'admettre que l'eau ait joué un rôle dans la formation des *cavités ;* car les globules normaux et les *globules anormaux* sont associés dans les mêmes roches et dans les mêmes gisements ; ils peuvent, en outre, passer l'un à l'autre, et ils se trouvent enfin dans des roches telles, que les rétinites, les trachytes, etc., dont l'origine ignée est incontestable. Mais il importe de remarquer que l'eau est à peu près la seule substance liquide dont on puisse supposer l'existence dans les *roches globuleuses ;* qu'elle se trouve en quantité très notable dans les rétinites et dans les perlites, et que le rôle qui lui a été attribué rend compte des faits observés. Il faut d'ailleurs remarquer

que les *cavités* des *globules anormaux* ressemblent beaucoup aux *cavités* des concrétions; on est donc naturellement conduit à penser que les *cavités* des *globules anormaux* ont également été produites par une volatilisation d'eau.

En résumé, il est vraisemblable que les *globules anormaux* par *contraction* contenaient d'abord de l'eau avec laquelle ils formaient un hydrosilicate ou une sorte de gelée très riche en silice; cette eau a pu être retenue dans le globule, soit parce qu'elle ne se dégageait comme dans les laves qu'à une température peu élevée, soit encore parce que la roche encaissante a exercé sur elle des répulsions comme celles qui s'exercent entre une paroi chaude et entre un liquide amené par la chaleur à l'état sphéroïdal : lorsque ensuite cette eau s'est dégagée, la matière qui remplissait le globule a éprouvé des retraits, et elle s'est racornie rapidement en formant les *cavités* qu'on observe dans les *globules anormaux* par *contraction*.

Contraction à l'état gazeux.

J'ai été conduit à admettre que la formation des *globules anormaux* avait été accompagnée du dégagement de substances volatiles, et notamment de vapeur d'eau; on conçoit, d'après cela, que pour certains globules, il se sera produit ce qu'on peut appeler une *contraction à l'état gazeux*, laquelle résulte de la condensation des substances volatiles, ainsi que du dépôt des autres substances qu'elles avaient entraînées avec elles : c'est, en effet, ce qui a eu lieu fréquemment dans les *globules anormaux* par *expansion*, desquels je vais m'occuper maintenant.

Globules anormaux par expansion. — La formation des *globules anormaux* par *expansion* a toujours été accompagnée de la formation des *cellules*, à laquelle elle est intimement liée; car, si nous considérons certaines roches, telles que les obsidiennes, les perlites et les trachytes, elles présentent des dégradations absolument insensibles entre les *globules* et entre les *cellules*. Or il est incontestable que les *cellules* proviennent d'un dégagement de substances volatiles, qui a eu lieu quand ces roches étaient encore fluides. Lorsque ces substances volatiles étaient simplement des gaz, il ne s'est formé aucun dépôt dans les *cellules;* mais lorsque ces gaz avaient entraîné d'autres substances avec eux, on comprend que le refroidissement de la roche a permis à divers minéraux de cristalliser sur les parois des *cellules :* ces minéraux sont ceux qui entrent dans la composition même de la roche, notamment le feldspath, le quartz et le mica (1); on est donc conduit à admettre qu'ils sont susceptibles de se former par sublimation : et, en effet, on a constaté, à Sangerhausen, que le feldspath peut se déposer par sublimation sur les parois des fourneaux (2).

(1) Beudant, *Voyage en Hongrie*, t. III, p. 385-388.

(2) Dans une étude récente des roches volcaniques du Vésuve, M. Scacchi a même reconnu que le mica, le quartz, le grenat, l'amphibole, le pyroxène, la sodalite, la néphéline et divers autres silicates, peuvent se former par sublimation. (*Rendiconto della R. Academia*, Napoli, 1852.)

Expansion extérieure. — Cela posé, si l'on jette les yeux sur la figure 11, pl. III, de l'obsidienne d'Ischia, on voit qu'une pâte feldspathique fibreuse tapisse les parois des *cellules* telles que *γ*. Souvent cette pâte s'est réunie en globules cristallins dans l'intérieur de ces *cellules*, et elle forme alors des *globules anormaux* tels que *ε*. Les *cavités* de ces globules résultent à la fois de l'*expansion* de substances gazeuses qui a produit une *cellule* enveloppante, et de la *contraction* subie par la pâte feldspathique, lorsqu'elle s'est réunie en globule dans l'intérieur de cette *cellule ;* cette *contraction* est bien évidente, par exemple, pour les globules de la perlite de Tokay qui sont représentés à la page 321 : on voit, par conséquent, que tous les *globules* à *expansion extérieure* sont *anormaux* par *expansion* et aussi par *contraction.*

Dans certains globules, il semble que l'*expansion* des substances gazeuses ait eu lieu autour du globule, au moment même où il était en voie de formation.

Il est d'ailleurs facile de concevoir, d'après l'origine des *globules anormaux* par *expansion extérieure* de la figure 11, pl. III, pourquoi les *cavités* de ces globules sont confuses, sans déchirures, et pourquoi elles sont le plus souvent vides ou seulement partiellement remplies.

Les *cavités* des globules de l'obsidienne (fig. 11, pl. III) diffèrent complétement de celles des globules anormaux par *contraction* à l'*état liquide;* cela ne doit pas surprendre, car elles résultent d'une *contraction à l'état gazeux,* et la cristallisation du globule a été accompagnée d'une *contraction* par *condensation.* Mais on peut remarquer que les *cavités* des globules anormaux de la perlite (page 321) ressemblent au contraire beaucoup aux *cavités* qui résultent d'une *contraction par fusion :* dans ces derniers globules, la *contraction* qui a suivi l'*expansion* a donc eu lieu à peu près dans les mêmes circonstances que dans les globules qui sont anormaux seulement par *contraction.*

Expansion intérieure. — Le globule d'Islande à *expansion intérieure,* qui est représenté figure 9, pl. II, s'est d'ailleurs formé dans des circonstances toutes différentes de celles dans lesquelles se sont formés les globules précédents.

En effet, l'*expansion* des substances gazeuses a eu lieu, au contraire, dans l'intérieur de ce globule, et pendant que sa pâte était encore un peu molle; elle a produit une multitude de petites *cellules*, bien différentes des grandes *cellules* qui entourent les globules *ε* de la figure 11, pl. III. Ces petites *cellules* ont d'ailleurs été complétement remplies par de la calcédoine comme les amygdaloïdes des mélaphyres, tandis que les *cellules* enveloppantes des *globules anormaux* décrits ci-dessus contiennent divers minéraux constituants des roches, et notamment une pâte feldspathique.

— On peut rapprocher des *globules à expansion intérieure* les sphéroïdes qu'on trouve si souvent dans les basaltes, dans les trapps, et en général dans les roches d'origine ignée en décomposition. Ces sphéroïdes contiennent, en effet, des amygdaloïdes, comme le globule figure 9, pl. II; mais ils en diffèrent toutefois par leurs

dimensions gigantesques. Il faut remarquer, en outre, que, dans les roches contenant ces sphéroïdes, la structure prismatique accompagne très souvent la structure globuleuse (1); le centre de ces sphéroïdes est un centre de cristallisation, autour duquel les divers minéraux de la roche se sont groupés symétriquement pendant le refroidissement, mais il est en même temps le centre de la contraction produite par le refroidissement lui-même. La forme globuleuse de ces sphéroïdes résulte donc à la fois de la cristallisation et de la contraction; ces deux phénomènes sont d'ailleurs fonction l'un de l'autre, et leurs effets sont en quelque sorte superposés.

— Je ne m'appesantirai pas plus longtemps sur ces considérations théoriques; mais les développements dans lesquels je viens d'entrer suffisent cependant pour expliquer comment les *globules anormaux* ont généralement des *cavités* produites par *contraction*, et quelquefois des *cavités* produites par *expansion;* comment les *globules anormaux* ont aussi des *cavités* produites à la fois par *expansion* et par *contraction;* comment, enfin, les *globules anormaux* par *contraction* passent aux *globules anormaux* par *expansion* qui se dégradent, et qui passent eux-mêmes, d'une manière insensible, aux *cellules*.

Remplissage des cavités.

Il reste maintenant à rechercher comment s'est opéré le *remplissage des cavités* des *globules anormaux*.

Or il résulte de la structure de ces globules que le *remplissage* a eu lieu, tantôt par *sécrétion*, tantôt par *infiltration*, tantôt à la fois par *sécrétion* et par *infiltration*.

1° *Sécrétion.* — Le *remplissage* paraît avoir eu lieu par *sécrétion* dans quelques globules dont les *cavités* ont été recouvertes par du quartz hyalin *s*, mamelonné ou confusément cristallisé, en couche égale et mince : les globules creux de l'Islande et de l'Esterel, représentés fig. 1, 2, 3, 7. pl. III, ainsi que les globules de Sibérie, représentés fig. 1, 2, 3, 4, pl. IV, donnent un exemple de ce mode de remplissage.

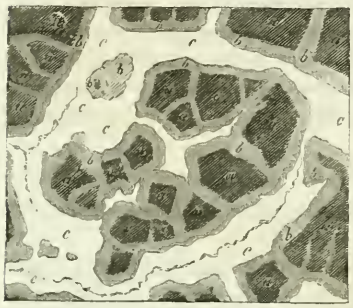
Pour concevoir comment le quartz s'est dégagé du globule, et a tapissé par *sécrétion* les parois de ses *cavités*, il faut remarquer que le globule était nécessairement à l'état liquide ou au moins à l'état pâteux au moment où ses *cavités* se formaient; par conséquent, les actions moléculaires pouvaient aisément s'exercer, et déplacer les substances minérales qui composaient le globule. Mais, en outre, la surface extérieure du globule encore mou était soumise à des pressions provenant des roches enveloppantes, tandis que ces pressions ne s'exerçaient pas sur la surface intérieure du globule ou sur les parois de ses *cavités;* par conséquent, comme la silice était toujours en très grand excès dans le globule, et, comme de plus, elle y restait fluide la dernière, il est facile de comprendre qu'elle devait être exprimée hors des fragments du globule, et qu'elle devait suinter sur les parois des *cavités* à mesure qu'elles se formaient.

(1) Lyell, *Eléments de géologie*. Paris, 1839, p. 215. — Naumann, *Lehrbuch der Geognosie*. t. I, p. 524.

En admettant que cette silice résulte d'une *sécrétion*, on explique d'ailleurs bien pourquoi elle a une épaisseur à peu près constante, et pourquoi elle recouvre comme un enduit toute la surface intérieure du globule : on explique également pourquoi cet enduit se retrouve dans tous les *globules anormaux* de l'Islande, tandis que s'il résultait d'une infiltration, on conçoit qu'il serait plus ou moins abondant dans certains globules, et même qu'il pourrait manquer complétement.

— La chaux carbonatée a de même été introduite par *sécrétion* dans les *cavités* des *concrétions*, et notamment dans les fentes de certains rognons de calcaire marneux; c'est, par exemple, ce que l'on peut très bien observer sur les échantillons polis des *septaria* qu'on trouve dans l'argile de Londres.

Si, en effet, on jette les yeux sur la figure ci-dessous (1), qui représente la partie centrale de l'un de ces *septaria*, on voit qu'il est formé de fragments de calcaire marneux *a* qui ont été traversés dans tous les sens par des fentes ; les parois de ces fentes sont recouvertes par de la chaux carbonatée brune *b*, qui a une épaisseur à peu près constante et une structure fibreuse : l'intérieur des fentes, au contraire, est rempli par de la chaux carbonatée *c*, qui est jaune brunâtre ou blanche, mais de couleur plus pâle que *b*. Il est visible que cette dernière chaux carbonatée *c* est bien distincte de la première *b*, et qu'elle lui est postérieure; je pense, en outre, que ces deux chaux carbonatées ne se sont pas formées de la même manière : il me paraît, en effet, que la chaux carbonatée *b* s'est séparée du *septaria*, lorsque les fentes s'y produisaient, et lorsqu'il était encore mou ; par conséquent elle a été formée par *sécrétion*, tandis que la chaux carbonatée *c* a été formée par *infiltration*.



Les rognons de fer carbonaté argileux permettent encore d'observer les mêmes faits. Ces rognons, qui portent la trace de nombreux retraits, ont la même structure que les *septaria* (voy. la figure ci-dessus); or j'ai souvent constaté sur des échantillons polis que les fragments brun foncé *a* de fer carbonaté argileux sont entourés par une zone bien régulière de fer carbonaté jaunâtre ou brun clair *b*; ce fer carbonaté est spathique, et il se distingue très bien du fer carbonaté argileux *a*. L'intérieur des fentes est tantôt vide et tantôt rempli par divers minéraux *c* qui n'entrent pas dans la composition du rognon ; de même que dans tous les *septaria*, ces minéraux sont, par exemple, la chaux carbonatée, le quartz, et quelquefois la baryte sulfatée, la chaux fluatée, les pyrites de fer et de cuivre, la blende, c'est-à-dire les minéraux des filons (2). Il est visible, par conséquent,

(1) Cette figure a été calquée sur le *septaria* poli, et réduite au tiers.

(2) É. de Beaumont, *Note sur les émanations volcaniques et métallifères*, p. 33.

que le fer carbonaté spathique *b* provient du fer carbonaté du rognon même, sur les parois duquel il s'est formé par *sécrétion*, tandis que les minéraux variés *c* sont complétement étrangers au rognon, dans les fentes duquel ils se sont formés par *infiltration*.

— Les remarques précédentes peuvent d'ailleurs être étendues à une *concrétion* quelconque, et même à certaines roches bréchiformes qui ont une structure analogue à celle qui est représentée par la figure ci-dessus ; la zone *b* qui borde les parois des fragments *a*, sur une épaisseur à peu près constante, s'est alors formée aux dépens des substances contenues dans ces fragments ; tandis que *c* a été introduit du dehors, et ne provient pas de ces fragments.

Le remplissage des filons donne également lieu aux mêmes remarques, car on distingue quelquefois dans un filon certains minéraux qui proviennent d'une *sécrétion* de la roche encaissante, tandis que d'autres minéraux ont été introduits par l'agent qui a rempli le filon,

Il importe cependant d'observer que le *remplissage* par *sécrétion* est exceptionnel, et qu'il a produit des effets beaucoup plus bornés que le *remplissage* par *infiltration*, duquel je vais m'occuper maintenant.

2° *Infiltration*. — Le *remplissage* me paraît avoir eu lieu par *infiltration* dans les globules des rétinites d'Islande et de Saxe, représentés pages 315 et 316, dont les *cavités* contiennent de la calcédoine. Il a également eu lieu par *infiltration* dans les globules de Corse, tels que celui représenté figure 15, pl. IV, dont les *cavités* ont été en partie tapissées par des cristaux de quartz hyalin, autour desquels il y a une zone de calcédoine.

La présence de la calcédoine dans les *cavités* indique surtout un *remplissage* par *infiltration*.

Tantôt le *remplissage* par *infiltration* a été total, tantôt, au contraire, il n'a été que partiel.

— L'*infiltration* qui a amené la silice dans les *cavités* peut d'ailleurs avoir été lente ou rapide.

Quand il n'y a dans ces *cavités* que du quartz hyalin, on peut penser qu'il résulte d'une *infiltration* lente, ayant eu lieu à la température ordinaire ; nous savons, en effet, qu'il se développe souvent dans les *cavités* des concrétions argileuses, des cristaux très nets de quartz hyalin, qui proviennent nécessairement d'une *infiltration* lente.

Quand des *cavités* sont complétement remplies par de la calcédoine, on peut penser que cette calcédoine résulte d'une *infiltration* rapide, ayant eu lieu à une température supérieure à la température ordinaire, comme cela paraît être le cas pour les globules de Sibérie et pour certaines agates.

Souvent le quartz et la calcédoine sont réunis, soit parce que la calcédoine a cristallisé postérieurement à son introduction, soit parce qu'une *infiltration* lente a succédé à une *infiltration* rapide.

On conçoit d'ailleurs que la présence même exclusive du quartz hyalin ou de la calcédoine dans les *cavités* ne donnera jamais qu'une indication assez vague ou qu'une probabilité relativement à leur mode de *remplissage;* car il serait facile de citer des exemples montrant que le quartz et la calcédoine peuvent se former dans des circonstances très différentes, et même dans des circonstances inverses des précédentes.

Enfin il est également très difficile de distinguer le quartz qui résulte d'une *sécrétion,* du quartz qui résulte d'une *infiltration;* on peut, du reste, s'en rendre compte en observant qu'il n'y a pas de limite tranchée entre ces deux phénomènes, et que la *sécrétion* n'est en quelque sorte qu'une *infiltration* se faisant simultanément sur tous les points d'une paroi.

3° *Sécrétion et infiltration.* — Dans certains globules, le *remplissage* a eu lieu à la fois par *sécrétion* et par *infiltration;* c'est ce que l'on observe très bien sur les globules de Sibérie, représentés figures 1, 2, 3, 4, pl. IV.

Il est visible, en effet, que le quartz hyalin *s*, qui forme une couche mince mamelonnée d'égale épaisseur et recouvrant toutes les parois des *cavités*, a été introduit le premier et par *sécrétion;* tandis que la calcédoine *c*, qui a rempli la plus grande partie des *cavités* elles-mêmes, a été introduite la dernière et par *infiltration.*

Cette calcédoine présente souvent des zones concentriques qui suivent tous les contours des *cavités* qui la contiennent, et dans son intérieur il s'est quelquefois développé des cristaux de quartz hyalin. On sait que les agates présentent absolument la même structure; par conséquent, les *cavités* des *globules anormaux* de Sibérie ont été remplies de la même manière que les cellules des mélaphyres et des roches dans lesquelles on observe les agates.

La figure 4, pl. IV, montre de plus que la calcédoine *c* forme le ciment d'une brèche contenant un grand nombre de fragments anguleux *n* qui appartiennent soit au globule, soit à la roche. L'introduction de la calcédoine *c* dans les *cavités* du globule a donc été rapide ou même tumultueuse, et il semble, en effet, qu'on voit encore, à travers les bandes jaspées des globules figures 3 et 4, pl. IV, les canaux *mm'* par lesquels l'introduction de la calcédoine a eu lieu; dans la figure 3, pl. IV, la trace du canal *mm'* est même marquée par des déchirures, qui sont parfaitement visibles dans les bandes jaspées *i*, et par une coloration brun noirâtre due à l'oxyde de manganèse, qui est resté adhérent le long des parois du canal.

Les particularités présentées par ces globules de Sibérie s'expliquent donc très bien dans l'hypothèse le plus généralement adoptée pour la formation des agates et des amygdaloïdes; dans cette hypothèse, les agates des mélaphyres résultent de la pénétration des *cavités* de ces roches par de la silice gélatineuse, qui devait se dissoudre facilement dans l'eau chaude, surtout lorsque cette eau était à une haute pression, et lorsqu'elle était chargée d'acide carbonique.

Cristallisation postérieure.

L'étude des cristaux indépendants nous a conduit à admettre qu'il y avait eu dans les globules une *cristallisation postérieure* au remplissage des cavités; il nous reste maintenant à rechercher les effets de cette cristallisation sur les *cavités*.

Or nous avons vu qu'il y a dans les *globules anormaux* par contraction des *cavités* qui sont *nettes*, dont les bords sont bien séparés de la pâte des globules, et des *cavités* qui sont *confuses*, dont les bords se fondent, au contraire, insensiblement dans cette pâte.

Cavités nettes. — Les *cavités nettes* s'observent dans les globules de l'Islande (fig. 1, pl. III), ainsi que dans les globules de Sibérie (fig. 4, pl. IV) : elles s'observent même dans certaines variétés de pyromérides (fig. 5, 12, pl. IV). Lorsque les *cavités* sont *nettes*, une ligne bien distincte sépare toujours la pâte du globule de la silice qui a rempli partiellement ou complétement les cavités; la *cristallisation postérieure* au remplissage des cavités a donc seulement développé des cristaux indépendants dans la pâte du globule, mais elle n'a pas déformé les cavités.

Cavités confuses. — Les *cavités confuses* s'observent surtout dans les pyromérides, notamment dans celles de Corse : ainsi les globules figures 4, 8, pl. III, figures 16 et 17, pl. IV, montrent bien que les fibres feldspathiques de la pâte se fondent dans le quartz qui a rempli les cavités; il en est de même dans le globule de l'Esterel représenté figure 8, pl. III. Si l'on examine tous les *globules anormaux* représentés sur les planches III et IV, on voit d'ailleurs qu'ils présentent une transition insensible entre les *cavités nettes* et entre les *cavités confuses*.

On comprend que la formation et le remplissage des *cavités confuses* ont eu lieu dans des circonstances qui sont différentes de celles que nous avons admises pour les *cavités nettes;* proposons-nous donc de rechercher ces circonstances.

On peut remarquer d'abord que les *cavités confuses* ne correspondent pas à des cavités restées vides; elles sont, au contraire, remplies, et presque toujours elles le sont même complétement. La silice qu'elles contiennent est rarement à l'état de calcédoine; le plus souvent elle est à l'état de quartz hyalin; elle présente ordinairement les mêmes caractères que la silice qui s'est séparée dans la roche au moment de la cristallisation : il n'est donc plus possible de distinguer la silice *s* des cavités de la silice *q* de la roche, autrement que par les différences de structure et de gisement de ces deux silices.

D'un autre côté, lorsqu'on étudie ces *cavités confuses*, on voit que la pâte du globule s'est contractée et racornie sur elle-même, en éprouvant des déchirures très vives, qui rappellent complétement celles des globules à cavités non remplies de l'Islande (fig. 1, 2, 3, pl. III); mais les bords de ces déchirures, qui

sont des lignes très distinctes dans les globules de l'Islande ou dans les globules à cavités nettes, sont des lignes frangées et bordées de fibres feldspathiques dans les globules à *cavités confuses*.

On sait d'ailleurs que les actions moléculaires peuvent développer des cristaux dans les corps, même lorsqu'ils restent à l'état solide : ce sont ces actions, par exemple, qui produisent la dévitrification du verre (1) ; ce sont elles également qui produisent, dans le soufre et dans un grand nombre de corps solides, des cristallisations et des phénomènes de déplacement très curieux qui ont surtout été étudiés par M. Brame : mais dans les globules à *cavités confuses*, le feldspath et le quartz ont cristallisé tous les deux et simultanément; de plus, les fibres feldspathiques sont tellement allongées, et se fondent tellement dans le quartz, qu'il faut nécessairement admettre que ces globules ont été amenés à l'état liquide ou au moins à l'état pâteux, après le remplissage de leurs cavités.

Le phénomène qui a produit les *globules anormaux* à *cavités confuses* avait donc beaucoup d'analogie avec celui qui a produit les globules à cavités nettes, remplies ou non remplies : en effet, il y a eu dans les globules à *cavités confuses* une *cristallisation postérieure* au remplissage des cavités; cette *cristallisation postérieure* s'est développée simultanément dans la pâte, ainsi que dans le quartz des cavités, et elle est seulement plus complète que dans les globules à *cavités* restées *nettes*.

Il est possible que cette *cristallisation postérieure* n'ait aucune relation avec la formation des globules, et qu'elle ait accompagné le développement de certains cristaux indépendants ; il me paraît beaucoup plus probable cependant que les cavités des globules ont été remplies par le quartz au moment où elles se formaient; car le quartz est resté fluide, même après la cristallisation des fibres feldspathiques, et, comme il se trouvait en très grand excès dans la roche, il devait nécessairement tendre à remplir tous les vides.

Dans cette dernière hypothèse, la formation des globules, la formation de leurs cavités, le remplissage de ces cavités par le quartz, la *cristallisation postérieure* au remplissage des cavités, seraient les phases consécutives d'un même phénomène, et elles se seraient accomplies avant la solidification des globules à *cavités confuses*.

D'après ce qu'on vient de voir, la formation des *globules* à *cavités confuses* se rapproche complétement, par la *cristallisation postérieure*, de la formation des *globules normaux*. Par conséquent, il est facile de comprendre comment les pyromérides, par exemple, ont à la fois des *globules normaux*, des *globules anormaux* à *cavités nettes* ou *confuses*, *remplies* ou *non remplies;* comment il est quelquefois difficile de distinguer entre elles certaines variétés de globules, notamment les *globules normaux* et les *globules anormaux* à *cavités confuses*, pour lesquels la *cristallisation postérieure* a été très développée.

(1) Splitgerber, *Poggendorff's Annalen*, t. LXXXV, p. 410.

Passage des cellules aux globules normaux ou anormaux.

Il résulte de ce qui précède que la *formation* des *globules normaux* et *anormaux* les plus complexes peut comprendre cinq phases bien distinctes, qui sont : 1° la *formation d'une cellule;* 2° la *formation du globule;* 3° la *formation de ses cavités;* 4° le *remplissage de ces cavités;* 5° la *cristallisation postérieure.*

Mais on conçoit qu'une modification légère dans l'une ou dans l'autre de ces phases, ou bien la suppression totale de l'une d'entre elles, suffiront pour produire des globules très différents.

En effet, la première phase seule donne une *cellule.*

La deuxième seule donne un *globule normal.*

La deuxième et la troisième donnent un *globule anormal.*

La première, la deuxième et la troisième, donnent un *globule anormal* par *expansion* et par *contraction.*

Il n'est pas étonnant, d'après cela, qu'on trouve réunis dans une même roche des *cellules*, des *globules normaux*, ainsi que des *globules anormaux* plus ou moins complexes.

Il n'est pas étonnant non plus qu'il y ait un *passage* insensible des *cellules* aux *globules normaux* ou *anormaux*, bien qu'il y ait une si grande différence entre les types extrêmes.

Origine des points de rebroussement.

Lorsque les *globules anormaux* sont coupés par un plan, il en résulte une courbe *enveloppante* sur la surface extérieure du globule, et une ou plusieurs courbes *enveloppées* sur la surface intérieure ou à la surface de ses cavités. Il est facile de distinguer la courbe *enveloppante* et la courbe *enveloppée* sur les *globules anormaux* qui sont représentés par les planches III et IV (fig. 1, 2, 3, 4, 6, 8, pl. III, et fig. 1, 2, 3, 4, 7, 8, 14, 15, pl. IV).

On voit que, généralement, la courbe *enveloppante* est continue, régulière et concave vers le centre du globule, tandis que la courbe *enveloppée* est discontinue, irrégulière, tantôt convexe, tantôt concave.

Il y a souvent des *points de rebroussement* sur l'une ou sur l'autre courbe; mais il y en a surtout sur la courbe *enveloppée.*

En étudiant la forme de ces courbes, on peut retrouver l'*origine* de leurs *points de rebroussement*, et, à cet égard, je proposerai les règles suivantes :

1° Lorsque la courbe *enveloppante* tourne sa concavité vers le centre, et lorsqu'elle ne présente pas de traces de fracture, ses *points de rebroussement* résultent de l'*intersection* de deux globules confluents (fig. 7, pl. III), ou bien de l'*expansion* d'une partie du globule (fig. 12, 16, pl. IV; fig. 11, pl. III; fig. page 321).

2° Lorsque la courbe *enveloppante* ou la courbe *enveloppée* sont toutes deux

discontinues, irrégulières, et formées de lignes brisées, leurs *points de rebroussement* résultent de *fractures* par écrasement (fig. 15, pl. IV).

3° Lorsque la courbe *enveloppante* ne présente pas de traces de fracture, les *points de rebroussement* de la courbe *enveloppée* résultent de *déchirures* par contraction (fig 4, pl. III).

Pour se rendre compte de cette dernière règle, il faut observer que la contraction de la pâte du globule n'étant pas symétrique autour de son centre, il a dû se former des déchirures dans cette pâte, surtout près des *points de rebroussement* en saillie à l'intérieur de la courbe *enveloppante;* ces déchirures ont alors donné lieu à autant de *points de rebroussement* sur la courbe *enveloppée.*

Il est facile de comprendre, d'après cela, pourquoi les *points de rebroussement* de la courbe *enveloppée* sont souvent très rapprochés de ceux de la courbe *enveloppante*, avec lesquels ils peuvent même se confondre, comme on le voit pour les *points de rebroussement* désignés par *r* sur les planches III et IV; ces *points de rebroussement r* sont alors *communs* aux deux courbes.

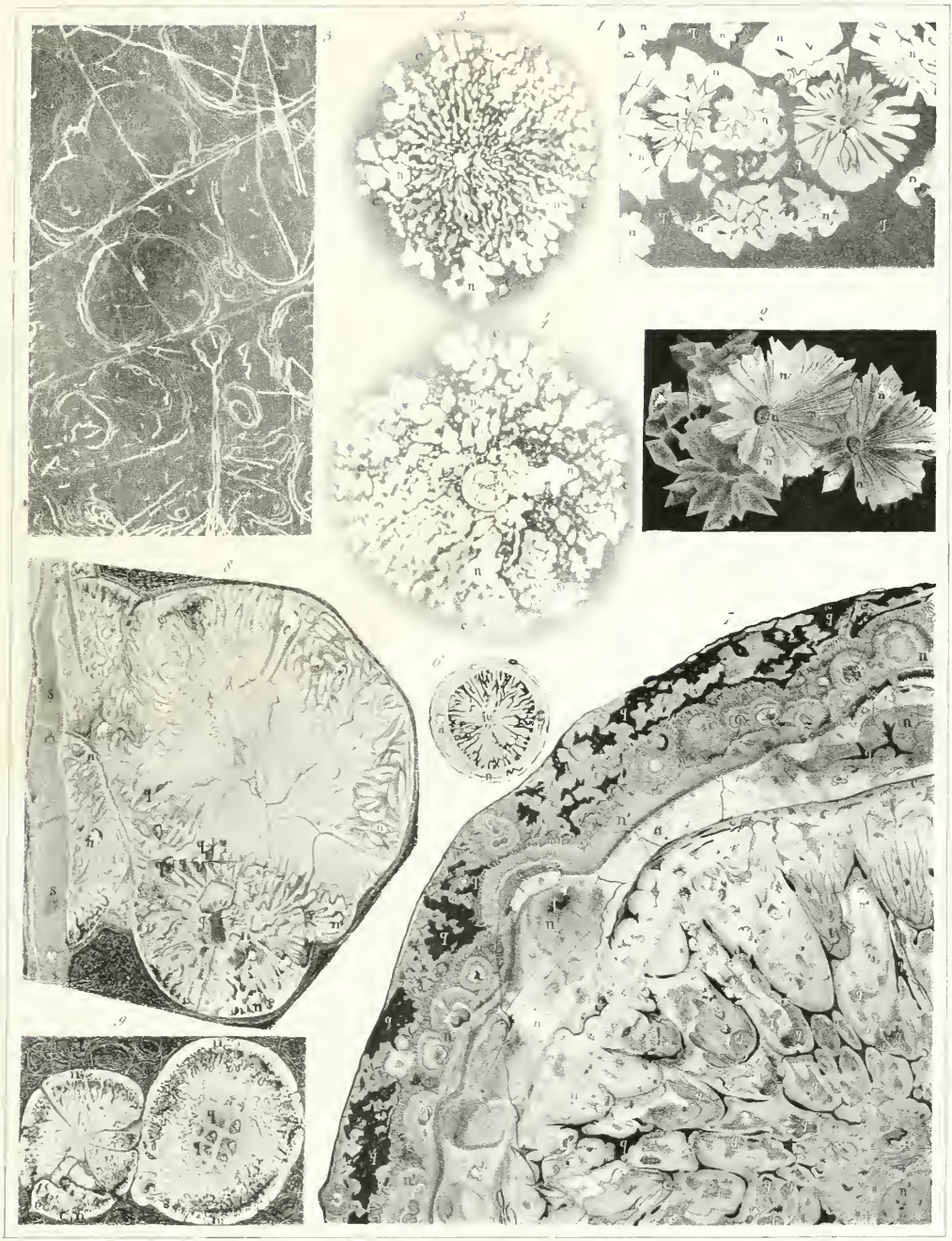
— On conçoit d'ailleurs que les *points de rebroussement communs* peuvent avoir une origine mixte, et résulter à la fois d'une *déchirure* et d'une *fracture ;* car si l'on suppose un globule ayant un *point de rebroussement commun r*, résultant d'une *déchirure*, l'épaisseur de ce globule sera nulle ou presque nulle en *r;* par conséquent, si ce globule est encore creux, il sera plus facilement brisé en *r* que sur tout autre point de sa circonférence : la pression de la roche qui l'enveloppe formera donc en *r*, ou du moins autour de *r*, des *points de rebroussement* par *fracture.*

C'est aussi ce qui explique pourquoi les *points de rebroussement communs r* se trouvent souvent sur des lignes de fracture, dont on peut très bien suivre la trace à la surface des globules, et pourquoi le *rebroussement* des courbes *enveloppante* et *enveloppée* est toujours fortement accusé autour de ces points (fig. 1, pl. III).

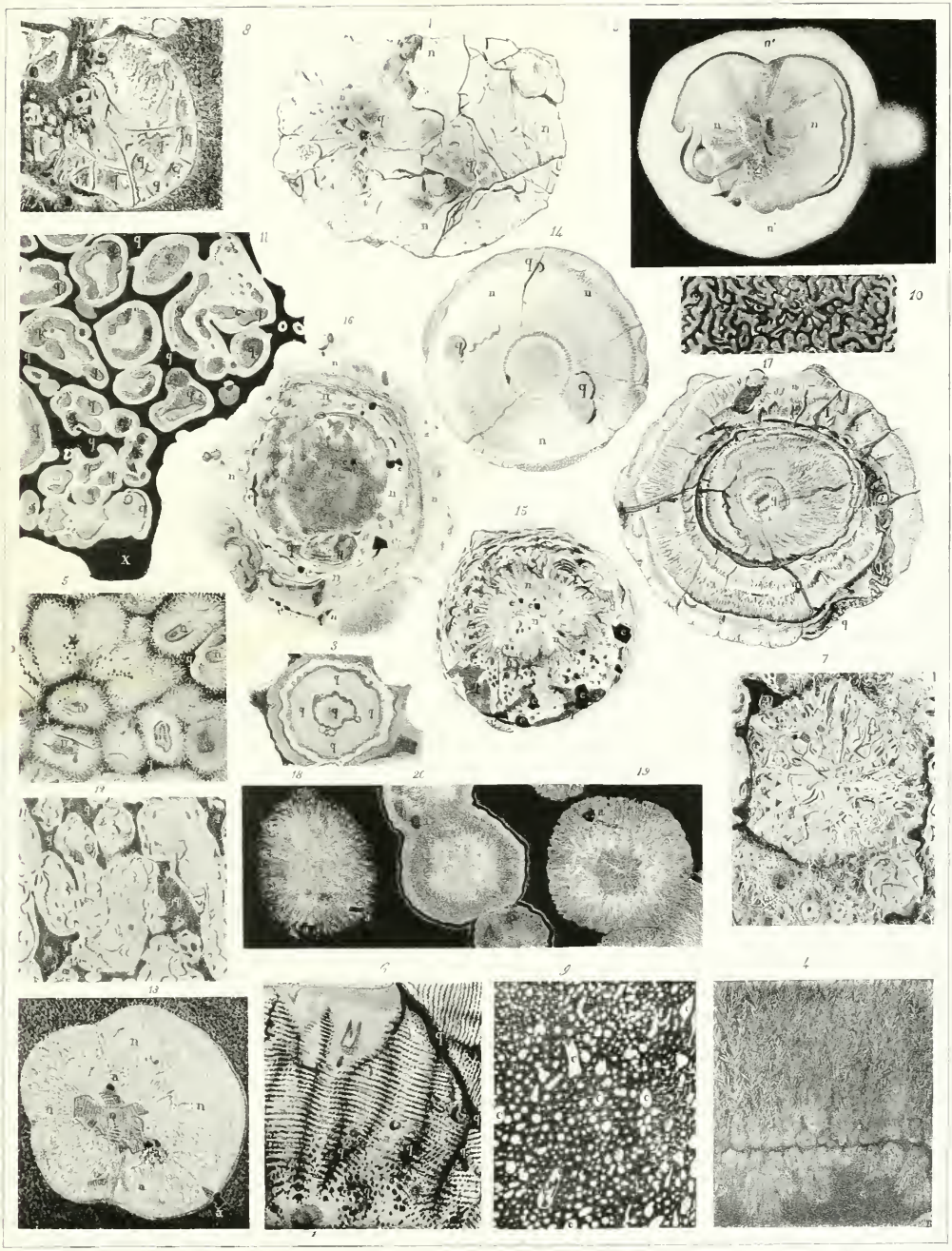
Enfin on voit de plus, par ce qui précède, que les *globules anormaux* sont irréguliers, non seulement parce que leur structure cristalline est peu développée, mais encore parce qu'ils se sont contractés, et parce qu'ils ont alors été fracturés, et quelquefois même complétement écrasés.

Filons de quartz.

Les *globules normaux* ou *anormaux* sont, comme je l'ai déjà fait observer, très fréquemment traversés par des *filons* ou par des *veinules* de *quartz :* c'est, par exemple, ce qui a lieu surtout pour les globules des pyromérides, qui sont entièrement pénétrés de *quartz*, et sillonnés dans tous les sens par des systèmes extrêmement complexes de *filons de quartz;* ces *filons* coupent dans certains cas les cristaux indépendants, et on peut les suivre même à travers les cristaux de quartz hyalin (fig. 14, pl. II; fig. 6, 8, 16 et 17, pl. IV).

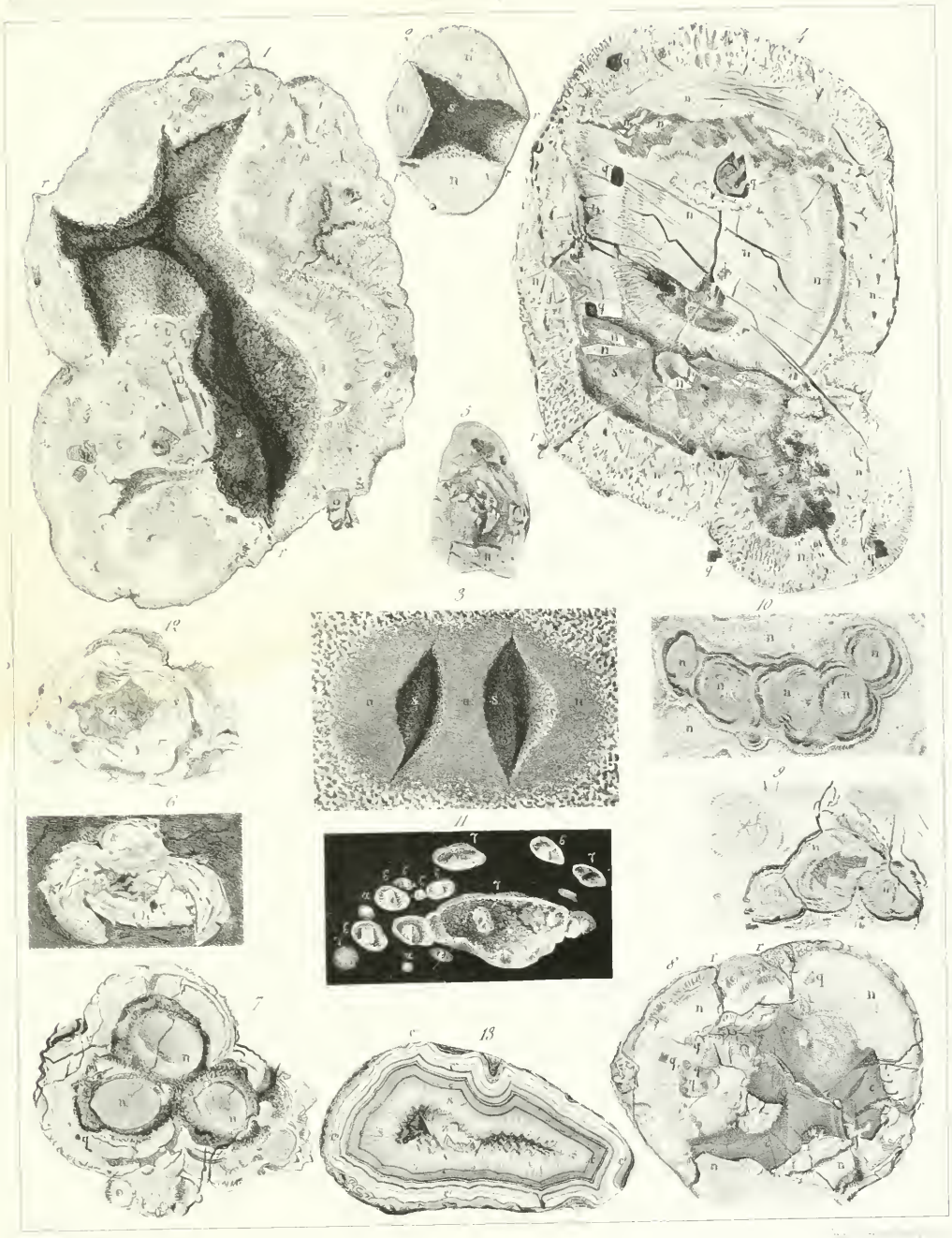


Roches globuleuses.

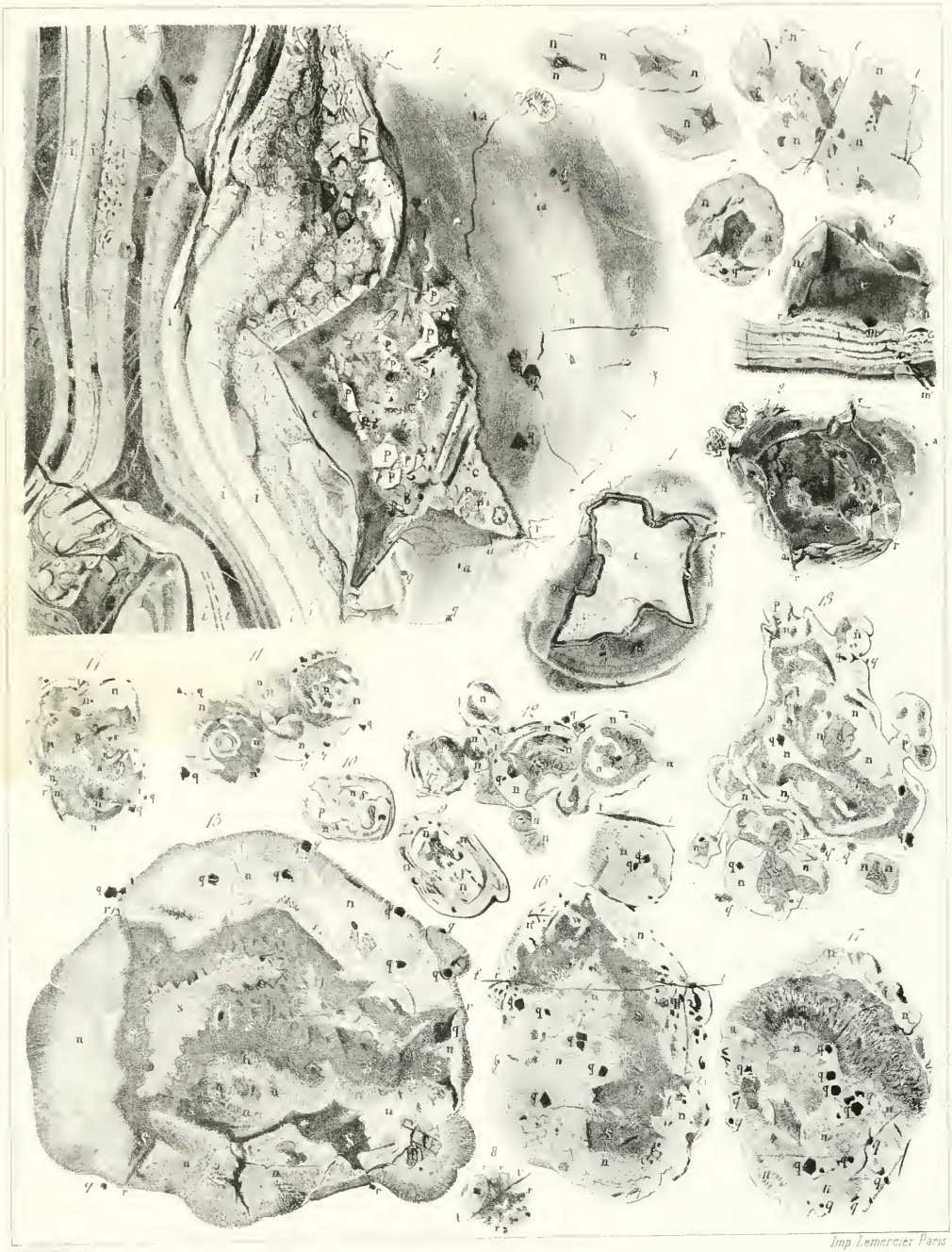


Humbert del.

Roches globuleuses.



Roches globuleuses.



Imp. Lemercier Paris

Roches globuleuses.

Il est aisé de se rendre compte de la formation de ces *filons;* on comprend, en effet, que, par suite de la grande richesse en silice des *roches globuleuses* qui ont été étudiées, toutes les fentes et toutes les cavités qui se produisaient dans les globules ne devaient pas tarder à être complétement remplies par de la silice.

Ces faits ne sont d'ailleurs que la reproduction sur une échelle plus petite de ceux que nous avons signalés précédemment, quand nous nous sommes occupés des globules fendus, brisés, et à fragments dispersés, tels que les globules de Wuenheim (fig. 8, 9, pl. I; fig. 8, pl. II).

Chaque globule a généralement subi un très grand nombre d'accidents, qui ne sont soumis, il est vrai, à aucune règle fixe, mais dont il est facile de retracer l'histoire en étudiant avec soin la structure du globule, ses points de rebroussement, ainsi que le réseau ordinairement très complexe des *filons siliceux* qui le traversent (fig. 4, pl. III).

Feldspath constituant les globules.

Il résulte de ce qui a été dit précédemment sur le gisement et sur la composition des globules, que le *feldspath* constituant les globules feldspathiques peut avoir pour alcali dominant la potasse ou la soude; par conséquent, il appartient tantôt au cinquième et tantôt au sixième système cristallin.

Je ferai remarquer, en outre, que les *globules anormaux* se sont surtout développés dans les *roches globuleuses* qui sont riches en soude, ou dans celles qui contiennent plus de soude que les mêmes variétés de roches à *globules normaux*. Ils s'observent, par exemple, dans les pyromérides, qui ont une pâte pétrosiliceuse et un éclat gras, comme cela a lieu pour certaines variétés de Corse et de Saint-Maurice. Ils s'observent encore très fréquemment dans les trachytes de l'Islande, et en général dans les perlites, dans les obsidiennes et dans les roches volcaniques modernes. Ils s'observent aussi dans les porphyres du pays de Galles, qui ont uniquement pour base un feldspath du sixième système, et ils atteignent alors de très grandes dimensions.

Or les roches feldspathiques qui ont un éclat gras, les roches volcaniques modernes et les variétés des roches qui viennent d'être énumérées, sont précisément celles dans lesquelles la soude est l'alcali dominant (1); il est donc probable que la soude est également l'alcali dominant des *globules anormaux*.

On peut jusqu'à un certain point se rendre compte de cette particularité en observant que, quand l'orthose et un feldspath de sixième système sont réunis dans une même roche, ce dernier est toujours en cristaux plus petits; le feldspath, dont la soude est l'alcali dominant, a donc, toutes choses égales, une ten-

(1) M. Bunsen a constaté que les trachytes de l'Islande contiennent moyennement 4,18 de soude et 3,20 de potasse. — *Poggendorff's Annalen*, t. LXXXIII, p. 204.

dance à cristalliser, qui est moins grande que celle de l'orthose ; on conçoit d'après cela que les *globules anormaux*, qui sont moins cristallins que les *globules normaux*, se soient développés surtout dans les variétés des *roches globuleuses*, dans lesquelles il y a, toutes choses égales, une plus grande proportion de soude.

Il serait d'ailleurs facile de citer des exemples montrant que tous les feldspaths peuvent prendre la structure globuleuse ; c'est donc seulement quand le feldspath des *globules normaux* ou *anormaux* est nettement cristallisé qu'il est possible de savoir si ce feldspath appartient au cinquième ou au sixième système cristallin.

La théorie de la formation des globules est générale.

Les explications dans lesquelles je viens d'entrer sur la *formation des globules anormaux* s'appliquent surtout à six types de globules, savoir : les globules anormaux par contraction ayant des cavités nettes et non remplies, du trachyte de l'Islande (fig. 1, pl. III) ; les globules anormaux par contraction ayant des cavités nettes et remplies, du porphyre jaspé de Sibérie (fig. 4, pl. IV); les globules anormaux par contraction ayant des cavités confuses et remplies, de la pyroméride de Corse (fig. 4, pl. III) ; les globules anormaux par expansion intérieure ayant des cavités remplies, de l'Islande (fig. 9, pl. II); les globules anormaux par expansion extérieure de l'obsidienne d'Ischia (fig. 11, pl. III) ; les globules anormaux par expansion et par contraction de la perlite de Tokay (figure de la page 321).

La *formation* de ces six types de *globules anormaux* a eu lieu dans des circonstances extrêmement différentes, et, comme ils résument d'ailleurs les principaux caractères de tous les autres *globules anormaux*, il est facile de voir que la *formation* de ces derniers s'expliquerait d'une manière analogue.

J'ajouterai que la *théorie* par laquelle j'ai cherché à expliquer la *formation des globules normaux* ou *anormaux* est basée sur l'étude de leur structure, et qu'elle est en quelque sorte indépendante du minéral même qui constitue les globules ; cette *théorie* est donc *générale*. On a vu d'ailleurs que cette *théorie* peut expliquer aussi la *formation* des *concrétions normales* ou *anormales*, quelle que soit leur nature, et il est évident qu'elle expliquerait également la *formation* des *globules non feldspathiques* ayant une origine aqueuse ou une origine ignée.

— Je terminerai ce qui vient d'être dit sur la *formation des globules* en signalant d'une manière spéciale un fait important.

Il résulte, en effet, de l'étude des globules qu'un dégagement de vapeur d'eau et de substances volatiles a joué un rôle dans la formation des globules anormaux par expansion et dans celle des globules anormaux par contraction. Mais les roches dans lesquelles ces divers globules se sont formés contiennent souvent de l'orthose et du quartz ; ce sont généralement des roches granitiques : les

théories proposées pour expliquer la formation des roches granitiques et feldspathiques doivent donc nécessairement tenir compte de ce fait, que tous ces feldspaths, y compris l'orthose, peuvent se développer même en présence de l'eau.

RÉSUMÉ.

Les *roches globuleuses* qui sont riches en silice sont l'eurite, la pyroméride, le trachyte, le rétinite, la perlite, l'obsidienne et divers porphyres : elles contiennent habituellement de l'orthose, et quelquefois du feldspath du sixième système ; quelques unes d'entre elles, et notamment certains porphyres, contiennent même uniquement des feldspaths du sixième système.

Bien que toutes ces roches soient très différentes, leurs globules présentent cependant la plus grande analogie de composition et de structure.

Ils ont, en effet, une pesanteur spécifique qui varie de 2,1 à 2,6. Ils sont caractérisés par une grande teneur en silice et par une faible teneur en alcalis ; leurs teneurs en oxyde de fer, en magnésie et en chaux, sont également très faibles.

Il est facile de comprendre que la composition minéralogique de la roche dans laquelle les globules se sont développés a nécessairement exercé une grande influence sur leur composition : aussi la teneur en silice des globules est-elle très variable, et augmente-t-elle avec la teneur en silice de la roche.

Dans les roches vitreuses qui sont généralement sans quartz, comme l'obsidienne, la perlite, le rétinite, la teneur en silice des globules est à peu près égale à celle de la roche enveloppante ; mais dans la pyroméride, dans le trachyte et dans les roches porphyriques avec quartz, la teneur en silice est très variable.

La composition minéralogique des globules est assez simple ; en effet, ils sont formés de feldspath ou de pâte feldspathique et de quartz. Le feldspath est souvent de l'orthose ; dans certains porphyres, cependant, c'est un feldspath du sixième système : du reste, il est rarement cristallisé et pur, et généralement il est resté à l'état de pâte feldspathique. Cette pâte feldspathique contient de la silice, de l'alumine et une certaine proportion d'alcalis ; elle n'a pas une composition définie, elle est beaucoup plus riche en silice que les feldspaths qui se trouvent dans la roche, et elle résulte d'un mélange de silice avec une très petite proportion de ces feldspaths.

D'après l'étude de leur structure, je distingue les globules en *globules normaux* qui n'ont pas de cavités, et en *globules anormaux* qui ont des cavités dans leur intérieur. Il importe de remarquer que ces deux variétés de globules ne sont pas tellement distinctes, qu'elles ne passent insensiblement l'une à l'autre, et qu'elles ne se trouvent souvent réunies dans le même gisement.

Les *globules normaux* ou *anormaux* renferment souvent, surtout lorsqu'ils ont une forme irrégulière, des cristaux isolés de quartz et de feldspath, qui ne sont

pas orientés relativement à leur centre, et qui sont même disséminés dans leur pâte : il est visible que ces cristaux n'ont pas concouru à la formation du globule, et je les appelle, en conséquence, *cristaux indépendants*.

Quand les globules ne renferment pas de *cristaux indépendants* de quartz ou de feldspath, la silice, qui servait en quelque sorte d'eau mère, a rempli à l'état de quartz hyalin tous les interstices qui restaient entre les parties feldspathiques sur lesquelles elle s'est moulée exactement; l'ordre dans lequel le feldspath et le quartz se sont solidifiés est alors le même que dans le granite.

Quand les globules renferment des *cristaux indépendants*, et notamment des cristaux de quartz, la tendance que le quartz avait à cristalliser était au contraire plus grande que celle qui a produit le globule; l'ordre dans lequel ce quartz et la pâte qui l'enveloppe se sont solidifiés est le même que dans le porphyre quartzifère. Les *cristaux indépendants* se sont surtout développés dans les *globules anormaux*.

Les *globules normaux* ont généralement une forme régulière et une structure cristalline bien développée; cette structure est indiquée par des rayons et par des zones. Ils résultent de la tendance que le feldspath avait à cristalliser, et le plus souvent aussi d'une action plutôt indirecte que directe exercée par la silice.

Les *globules anormaux* ont généralement une forme irrégulière et une structure cristalline peu développée. Ils sont souvent fissurés, déformés ou même complétement écrasés. Ils consistent en une pâte toujours très riche en silice; tantôt cette pâte est homogène, tantôt elle présente un réseau feldspathique qui est dentelé et très complexe; plus rarement sa structure est indiquée à la fois par des rayons et par des zones.

Les *globules anormaux* résultent de l'agglomération d'une pâte feldspathique très siliceuse, dans laquelle le feldspath avait généralement peu de tendance à cristalliser; aussi renferment-ils presque toujours des *cristaux indépendants*.

Les cavités qui caractérisent les *globules anormaux* sont irrégulières, et souvent elles représentent une proportion très notable de leur volume. Elles ressemblent beaucoup aux cavités qui ont été signalées par M. Constant Prévost, et aux cavités qui se sont formées par *contraction* dans les concrétions des roches d'origine aqueuse ou d'origine ignée.

Les cavités des *globules anormaux* se sont de même formées par une *contraction* de la pâte de ces globules; mais dans certaines roches, telles que les trachytes, les perlites et les obsidiennes, cette *contraction* a été précédée d'une *expansion* due au dégagement de substances volatiles.

Les *globules anormaux* par *expansion* peuvent d'ailleurs passer d'une manière insensible aux *cellules*.

Les cavités des *globules anormaux* sont quelquefois vides ou *non remplies;* ordinairement cependant elles ont été *remplies* par du quartz, de la calcédoine ou de la silice à différents états; on y observe aussi du fer oligiste, du fer carbonaté.

des zéolites, de la chlorite, de la chaux carbonatée, de la baryte sulfatée, de la chaux fluatée, c'est-à-dire les minéraux des amygdaloïdes et des filons.

Dans certaines *roches globuleuses*, et notamment dans le rétinite, ces cavités ont été remplies absolument de la même manière que les cavités des mélaphyres dans lesquelles se sont formées les agates.

Tantôt la pâte des globules est bien séparée du quartz qui remplit les cavités; tantôt, au contraire, cette pâte se fond d'une manière insensible dans ce quartz : il y a donc lieu de distinguer parmi les cavités celles qui sont *nettes* et celles qui sont *confuses*. Quand les cavités sont *confuses*, une cristallisation postérieure à leur remplissage a permis aux fibres feldspathiques de se développer jusque dans le quartz.

L'étude de la structure des *globules normaux* et *anormaux* montre que leur solidification a généralement commencé à la circonférence; quelquefois cependant elle a commencé au centre; dans certains cas, elle a eu lieu simultanément à la circonférence et au centre.

Le tableau suivant résume les caractères généraux des globules :

Globules normaux ou sans *cavités*.

Globules anormaux ou avec *cavités* { *non remplies* ou *remplies* / *nettes*. . . . ou *confuses* } formées par { *contraction*. / *expansion*. }

Quoique les *roches globuleuses* diffèrent beaucoup par leur âge, par leur structure ainsi que par leur composition minéralogique, elles ont toutes un caractère commun, qui est une richesse en silice exceptionnelle, et notablement supérieure à celle des feldspaths qui leur servent de base; quelquefois même elles sont entièrement pénétrées par des filons de silice : l'excès de silice de ces roches a donc été la cause principale du développement des globules.

LÉGENDES.

Tous les globules représentés par les planches ont été dessinés à la chambre claire, et d'après des plaques polies des divers échantillons : ce travail a été exécuté sous ma direction par M. Humbert, qui y a apporté une grande exactitude.

Lorsque les plaques polies ont été attaquées par l'acide fluorhydrique, un astérisque * a été placé à la suite du numéro de la figure.

Le chiffre qui se trouve à côté du numéro de chaque figure fait d'ailleurs connaître le rapport de l'image à l'objet ou le grossissement G.

LÉGENDE COMMUNE AUX QUATRE PLANCHES.

— La légende suivante est commune aux quatre planches, et les mêmes lettres représentent les mêmes substances minérales pour toutes les figures soit du texte, soit des planches.

n — Pâte feldspathique du globule.
n' — Pâte du globule plus impure que *n*.
q — Quartz dans la roche et dans les globules. — Cristaux indépendants de quartz hyalin.
o — Cristaux indépendants d'orthose.
f — Cristaux indépendants de feldspath du sixième système.
a — Cristaux indépendants d'amphibole.
e — Cristaux indépendants de fer oligiste.
s — Quartz amorphe ou cristallisé ayant rempli des cavités dans les globules.
c — Calcédoine de couleur variée.
c' — Opale.
z — Chaux carbonatée spathique.
r — Point de rebroussement commun à la surface intérieure du globule et à sa surface extérieure.
p — Fragments de la roche enveloppante empâtés dans les cavités des globules.
mm' — Canaux d'introduction de la calcédoine dans les cavités des globules.
tt' — Filon de quartz.
i — Veines feldspathiques jaspées.
u — Petite cavité arrondie dans l'intérieur des globules.
x — Centre du globule.

LÉGENDE DE LA PLANCHE I (XXIII).

FIG. 1. . . (G = 11.) — Globules de la pyroméride de Corse. Ils sont roses et confusément rayonnés ; ils sont complétement entourés par du quartz hyalin gris noirâtre *q*.

FIG. 2. . . (G = 8.) — Globules d'obsidienne de Hongrie. Ils sont à aiguilles divergentes d'un gris nacré ; une cavité arrondie *u* se trouve vers leur centre.

FIG. 3 et 4. (G = 15.) — Globules d'Oppenau. Ils sont blanchâtres et confusément rayonnés ; de la calcédoine verte *c* les entoure complétement.

FIG. 5. . . *(G = 10.) — Globules du rétinite de Weissen. Ils sont vert brunâtre et entrelacés.

FIG. 6. . . (G = 1,50.) — Globule de Corse. Il est rayonné à son centre et zoné à sa circonférence ; ses aiguilles feldspathiques sont rose brunâtre, et pour la plus grande partie divergentes. Entre ces aiguilles se trouve du quartz noir q.

FIG. 7. . . (G = 4,75.) — Globule de Corse. Il est rayonné et concentrique, à aiguilles convergentes et divergentes. Entre ses aiguilles et entre ses zones, il y a du quartz hyalin gris noirâtre q. Une pâte feldspathique très siliceuse n' forme la zone qui se trouve à la circonférence de ce globule et le noyau qui est à son centre. La figure représente 1/4 du globule.

FIG. 8. . . *(G = 4,5.) — Globules de Wuenheim. Ils sont formés par des filets feldspathiques n, qui serpentent dans toutes les directions ; ces globules sont, en outre, confluents et traversés par un filon de quartz gris blanchâtre s.

FIG. 9. . . *(G = 5,25.) — Globules de Wuenheim. Ils sont à structure irrégulière et dentelée. — Le globule de gauche a été brisé, et ses fragments, qui ont à peu près la forme de secteurs, ont été resoudés par du quartz. La pâte qui entoure ces deux globules a elle-même la structure globuleuse.

LÉGENDE DE LA PLANCHE II (XXIV).

FIG. 1. . . *(G = 6.) — Globule de Wuenheim. Il est grisâtre, homogène, et traversé par un grand nombre de filons très irréguliers de quartz ; le quartz q commence aussi à se séparer sur certains points du globule.

FIG. 2. . . (G = 16.) — Globule d'obsidienne de Hongrie. Il est blanc grisâtre, rayonné et entouré par une sorte de capsule n' n' d'un blanc mat.

FIG. 3. . . (G = 4,25.) — Globule de quartz à structure zonée bien caractérisée. Il est uniquement formé de quartz en zones blanc jaunâtre ou rougeâtres.

FIG. 4. . . (G = 8.) — Houppes feldspathiques verdâtres dans la calcédoine verte d'Oppenau. Elles sont toutes orientées et elles passent à des globules à aiguilles divergentes.

FIG. 5. . . (G = 8.5.) — Houppes feldspathiques jaune rougeâtre qui se sont développées autour de globules feldspathiques brun rougeâtre n. Elles sont complétement entourées par du quartz hyalin noirâtre ; elles se trouvent vers le centre d'un globule irrégulier de la pyroméride de Corse.

FIG. 6. . . (G = 8.) — Fragment d'un globule irrégulier de Corse. Le quartz q y forme des zones concentriques et équidistantes qui sont groupées autour du centre x, et qui traversent les aiguilles feldspathiques ainsi que le quartz qui entoure ces aiguilles. Les zones quartzeuses, représentées à droite de la même figure, sont groupées autour d'un autre centre situé vers x'. De même que dans la figure 5, les petits points noirs sont des grains de quartz.

FIG. 7. . . *(G = 7.) — Globules de Wuenheim. Ils ont une structure irrégulière et complexe ; la roche qui les enveloppe a entièrement la structure globuleuse.

FIG. 8. . . *(G = 5,5.) — Globule de Wuenheim. Il est à structure irrégulière et dentelée ; sa partie gauche a été arrachée et ses fragments sont épars dans du quartz s.

FIG. 9. . . (G = 8.) — Fragment d'un globule d'Islande. Sa pâte n est rouge marron, et la calcédoine c, qui est gris blanchâtre, y forme des espèces de gouttelettes irrégulières.

FIG. 10. . (G = 1.) — Obsidienne de l'île de Milo. Elle présente des canaux sinueux qui réunissaient des globules dont les centres se trouvaient dans le même plan.

FIG. 11. . *(G = 9,5.) — Fragment d'un globule de Corse dont le centre est en x. Il est formé de petits globules irréguliers et non orientés, à l'intérieur desquels il s'est séparé des zones de quartz impur q, qui se voit en relief dans la figure. Ces petits globules sont complétement entourés par du quartz hyalin noirâtre q.

FIG. 12 . . *(G = 5.) — Globule vert-olive de Corse. Sa structure est semblable à celle du globule précédent, mais les petits globules composants sont orientés et s'allongent en forme d'aiguilles. Le quartz hyalin *q* entoure complétement les globules, et il s'est aussi isolé en grains dans leur intérieur. Les parties des globules qui sur le dessin sont représentées comme étant en relief sont celles qui sont les plus quartzeuses.

FIG. 13 . . (G = 6,5.) — Globule d'un rétinite noir d'Islande. Il contient sur plusieurs points, mais surtout à son centre, des cristaux indépendants d'orthose *o* et d'amphibole hornblende *a*.

FIG. 14 . . *(G = 6.) — Globule de l'Esterel. Il est sphérique; il contient des cristaux indépendants de quartz *q*, qui sont traversés par des veinules postérieures de quartz.

FIG. 15 . . *(G = 2.) — Globule de Corse. Il est à structure fibreuse un peu confuse; le quartz *q* y forme des zones irrégulières; de gros cristaux de fer oligiste *e* se sont développés, soit dans la pâte du globule, soit dans ce quartz.

FIG. 16. . . (G = 3.) — Variété de figure 15, à structure plus irrégulière. Au centre du globule, il y a un noyau de pâte feldspathique impure et très siliceuse *n'*.

FIG. 17 . . *(G = 6.) — Globule de l'Esterel. Variété de figure 14. Sa structure est rayonnée et zonée; le quartz y forme des zones et des veinules; un cristal de quartz se trouve à son centre.

FIG. 18 . . (G = 6.) — Variolite de la Durance. Globule à aiguilles divergentes.

FIG. 19 . . (G = 4,5.) — *Id.* Globules à aiguilles convergentes.

FIG. 20 . . (G = 7.) — *Id.* Globules à aiguilles convergentes et divergentes.

Dans ces trois globules, il y a de petits cristaux indépendants d'hornblende vert noirâtre *a*.

LÉGENDE DE LA PLANCHE III (XXV).

FIG. 1. . . *(G = 6,5.) — Globule du trachyte d'Islande. Dans son intérieur se trouve une cavité tapissée par une petite couche de quartz rouge *s*, qui est mamelonné ou confusément cristallisé; *o*, cristaux indépendants d'orthose dans la pâte rouge marron du globule.

FIG. 2. . . *(G = 3.) — Variété de figure 1, à cavité étoilée.

FIG. 3. . . *(G = 2,5.) — Variété de figure 1, à deux cavités.

FIG. 4. . . *(G = 5,5.) — Globule de Corse qui se trouve dans un porphyre quartzifère rose. Sa pâte *n* est gris bleuâtre; des fragments de cette pâte *n* sont tombés dans les cavités qui se sont formées à l'intérieur du globule, et du quartz blanc *s* a entouré ces fragments lorsqu'il a rempli les cavités. Des cristaux indépendants de quartz hyalin gris *q* se sont développés dans la pâte du globule. De nombreux filons de quartz hyalin le traversent dans tous les sens.

FIG. 5. . . (G = 1.) — Variété de figure 4.

FIG. 6. . . (G = 1.) — Globule de Corse. La paroi inférieure de ce globule a cédé à une pression extérieure, et a été ramenée vers une cavité centrale qu'elle a en partie comblée.

FIG. 7. . . (G = 2,5.) — Trois globules de l'Esterel. Ils sont violâtres, confluents, et ils présentent des cavités zonées qui sont tapissées par des cristaux de quartz mamelonné *s*.

FIG. 8. . . *(G = 4,5.) — Globule de l'Esterel. Sa cavité, qui est irrégulière et anguleuse, a été remplie par de la calcédoine verte *c*; quelques fissures dans cette calcédoine ont été remplies par du quartz *s*. Il y a aussi dans le globule des cristaux indépendants de quartz hyalin *q*.

FIG. 9. . . *(G = 3,25) — Globules de l'Esterel. Variétés des précédents (fig. 7 et 8) avec cavités zonées ou semi-lunaires remplies par du quartz *s*.

FIG. 10 . . *(G = 3.) — Globules de Corse. Leur couleur est le violet tirant sur le gris; leurs cavités sont zonées ou semi-lunaires, mais plus régulières que celles des globules précédents; elles ont été remplies par du quartz blanchâtre *s*.

FIG. 11 . . (G = 3.) — Obsidienne d'Ischia. α, globules pleins. — β, globules à l'intérieur d'une cellule. — γ, cellules sur les parois desquelles il s'est développé des fibres microscopiques blanches et soyeuses, identiques avec celles qui forment les globules α et β.

FIG. 12 . . (G = 2.) — Concrétion calcaire de Martre. Le calcaire *y*, qui forme cette concrétion, a une couleur rosâtre; ses cavités ont été remplies par de la chaux carbonatée blanche et spathique *z*.

FIG. 13 . . (G = ½.) — Amygdaloïde d'Oberstein. A sa circonférence, il y a une zone d'opale *c'* à laquelle succèdent des zones concentriques et diversement colorées de calcédoine *c*. Dans l'intérieur de l'amygdaloïde, il s'est formé une cavité qui a été partiellement remplie par des cristaux de quartz *s*, par-dessus lesquels il y a de la chaux carbonatée *z*.

LÉGENDE DE LA PLANCHE IV (XXVI).

Globules anormaux.

FIG. 1. . . (G = 3.) — Globule de Sibérie. Sa pâte *n* est brun jaunâtre, et à l'intérieur du globule il s'est formé une cavité quadrangulaire étoilée, qui a été recouverte par une couche mince de quartz hyalin *s*, auquel est superposé de la calcédoine *c* gris bleuâtre qui a rempli la cavité. — *a*, petit cristal d'amphibole noire.

FIG. 2. . . (G = 1.) — Globule de Sibérie, à cavité irrégulière, remplie de calcédoine rougeâtre et transparente *c*, qui laisse voir la surface interne et mamelonnée du globule recouverte par une couche mince de quartz hyalin *s*. Ce globule a été déformé par des fractures, qu'on voit notamment aux points *r*. Deux des petits globules parasites qui se trouvent à sa gauche ont été tellement brisés, que leur circonférence s'est changée en une ligne polygonale.

FIG. 3. . . (G = 1.) — Globule de Sibérie. Il est accolé à une bande jaspée *i*, traversée par un canal *mm'*, qui a servi à introduire la calcédoine rougeâtre *c*; sur les parois de *mm'*, et à son extrémité, il s'est déposé de l'oxyde de manganèse qui est brun noirâtre, et qui permet de suivre facilement la trace de ce canal à travers la roche.

FIG. 4. . . (G = 4,5.) — Globule de Sibérie. Il est accolé à une bande *i*, dont la structure est à la fois jaspée et globuleuse. La cavité, qui est quadrangulaire et étoilée, a été remplie par de la calcédoine jaune rougeâtre *c*; cette calcédoine a entraîné avec elle un très grand nombre de fragments anguleux *p*, avec lesquels elle forme brèche. Ces fragments appartiennent à la roche enveloppante, et non pas au globule, dans l'intérieur duquel ils se trouvent.

— Les globules figures 1, 2, 3, 4, se trouvent sur le même échantillon; la couleur de leur pâte est le jaune brunâtre ou verdâtre. Ils contiennent tous des cristaux microscopiques d'amphibole noir foncé *a*.

FIG. 5. . . (G = 1,5.) — Globule de Saint-Maurice. Il est en forme de grappe; il présente du quartz *s*, hyalin et blanc, qui, dans son intérieur, a rempli des cavités étoilées.

FIG. 6. . . *(G = 2.) — Variété de figure 5, dans laquelle la pâte *n* contient des cristaux allongés et maclés de feldspath *f* du sixième système se rapportant à l'albite.

FIG. 7. . . *(G = 1.) — Globule de Corse. Il est vert foncé, sphérique, à cavités anguleuses remplies par du quartz hyalin gris blanchâtre *s*.

FIG. 8. . . *(G = 1.) — Variété de figure 7. Il est traversé par un filon *t t'* de quartz, dont on peut suivre la trace dans le quartz *s*.

FIG. 9. . . (G = 1.) — Globule de Corse. Il est blanc violâtre avec veines de quartz gris *s*; il a été déformé.

FIG. 10 . . (G = 1.) — Variété de figure 9. Il se trouve sur le même échantillon.

FIG. 11 . . *(G = 1.) — Globule de Corse. Il se trouve sur le même échantillon que figure 7 et figure 8; il est formé de trois globules sphériques accolés, dont les cavités sont zonées et ont été remplies par du quartz gris blanchâtre *s*.

FIG. 12 . . *(G = 1,75.) — Globule de Corse. Il est formé de plusieurs globules sphériques accolés; *s*, quartz gris ayant rempli des cavités généralement zonées, et communiquant entre elles. — La pâte *n* du globule est violet foncé; la roche qui l'enveloppe est rouge marron; elle présente des veines jaspées et irrégulières qui sont alternativement feldspathiques et quartzeuses : la figure 13, prise sur le même échantillon, montre quelle est la disposition de ces veines autour des globule *s*.

FIG. 13 . . *(G = 2,25.) — Globule de Corse. Il est très irrégulier et formé par un gros globule auquel se sont accolés plusieurs petits globules parasites. — Les parties *p* laissées en blanc représentent, de même que dans figure 10, des fragments de la roche enclavés dans le globule.

FIG. 14 . . (G = 1.) — Globule de Corse. Des fragments *n* de la pâte du globule sont tombés dans sa cavité intérieure, dans laquelle ils ont été entourés par du quartz hyalin blanchâtre et cristallisé *s*; cette cavité n'a pas été entièrement remplie par le quartz.

FIG. 15 . . *(G = 2,75.) — Globule de Corse. Variété des figures 7 et 14. La cavité intérieure est incomplétement remplie par du quartz hyalin *s* qui a pu cristalliser vers le centre. La circonférence du globule présente des points de rebroussement *r* qui se trouvent à l'intersection de la surface extérieure du globule avec sa surface intérieure. — Il contient, de même que tous les globules de cette planche, un grand nombre de cristaux indépendants de quartz hyalin gris noirâtre *q*. Il contient aussi des cristaux indépendants de feldspath *f*.

FIG. 16 . . *(G = 4,25.) — Globule de Corse. Sa pâte feldspathique *n*, est rouge violacé; elle présente des fibres microscopiques, qui se fondent dans le quartz gris blanchâtre *s*. Il est traversé par des filons *tt'* de quartz. La roche qui enveloppe le globule est principalement formée de quartz coloré en vert, et elle est entièrement globuleuse.

FIG. 17 . . *(G = 5.) — Globule de Corse. Variété de figure 16 se trouvant sur le même échantillon. Ses fibres feldspathiques sont radiées et divergent du centre; elles se fondent d'une manière tout à fait insensible dans le quartz *s*.

TABLE

DES MÉMOIRES CONTENU[illegible] OLUME.

I. Mémoire sur les fossiles secondaires recueillis dans le Chili par M. IGNACE DOMEYKO, et sur les terrains auxquels ils appartiennent, par MM. BAYLE et COQUAND. . . . 1

II. Mémoire sur le terrain gneissique ou primitif de la Vendée, par M. A. RIVIÈRE . . . 49

III. Mémoire sur un nouveau type pyrénéen parallèle à la craie proprement dite, par M. A. LEYMERIE. 177

IV. Catalogue raisonné des fossiles nummulitiques du comté de Nice, par Louis BELLARDI, avec la collaboration de M. le professeur SISMONDA pour les Échinodermes, de M. D'ARCHIAC pour les Foraminifères, et de M. Jules HAIME pour les Polypiers. . 205

V. Recherches sur les roches globuleuses, par M. DELESSE. 301

FIN DE LA TABLE.

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

QE
461
D45

Delesse, Achille Ernest Oscar Joseph
Recherches sur les roches globuleuses

Geology 18 ?

UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C
39 09 04 17 08 003 9